TABLE DES MATIÈRES

	pages
Introduction	5
Historique	7
I. Le lac	
Description géographique	9
Origine et histoire du lac	11
Niveaux anciens	15
Régime hydrographique	15
Conditions physiques et chimiques	17
Limon	19
II. Technique	
Drague	24
Recherche des animaux	25
Recherche des Rhizopodes	26
Criblage	27
Conservation	27
Dragages	29
III. La Faune	
Flagellés	34
Rhizopodes	34
Infusoires	40
Hydrozoaires	45
Turbellaires	46
Cestodes	57
Rotateurs	58
Gastrotriches	61
Nématodes	62
Nématomorphes	72
Némertiens	72
Oligochètes	73
Hirudinées	79
Cladocères	81
Ostracodes	89
Copépodes	95
Amphipodes	102
Acariens	103
Tardigrades	110
Larves d'insectes	110
Gastéropodes	114
Lamellibranches	119
Bryozoaires	123
IV. Les résultats généraux	
1. Sommation des groupes	125
2. Distribution des espèces	128
a) Distribution horizontale	128
La Motte	131
Le cône de l'Areuse	133
b) Distribution verticale	136
c) Groupement des espèces	137
d) Variations dans le temps	141
3. Comparaison des faunes littorale et profonde	142
4. Comparaison avec d'autres lacs	143
5. Les facteurs du peuplement	149
6. Origine de la faune profonde	153
7. Les principes faunistiques	156
Bibliographie	166

LA FAUNE PROFONDE
DU LAC DE NEUCHATEL[1]

PAR

ALBERT MONARD, licencié ès-sciences

Travail du laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel

INTRODUCTION

La faune profonde des lacs, dont la découverte est due à Forel, offre maints problèmes de biologie générale et de géographie zoologique du plus haut intérêt, et son étude a passionné de nombreux savants. Quelques-uns de nos lacs, — le Léman, le lac des Quatre-Cantons, ceux de Brienz et de Thoune, de Lugano — ont été très étudiés à ce point de vue particulier par les Forel, Duplessis, Zschokke, von Hofsten, Fehlmann. Pour d'autres, il existe des données fragmentaires, éparses souvent dans de nombreux travaux spécialisés. C'est ainsi qu'une étude détaillée et générale de la faune profonde d'un lac subjurassien manquait à la science ; dans le but de combler cette regrettable lacune, nous avons entrepris cette étude dans le laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel, et nous la présentons dans ce présent travail.

Avant toute chose, nous nous sentons pressé de remplir ici un très agréable devoir en disant à M. le professeur Fuhrmann, dont la complaisance n'a d'égale que la haute science, toute notre gratitude pour les excellents conseils qu'il nous a prodigués et l'aide incessante qu'il nous a prêtée. Il s'est intéressé de très près à nos travaux, nous a fourni tous les renseignements possibles au sujet de la littérature, nous a communiqué le résultat de ses anciennes recherches

[1] Ce travail a obtenu le prix Léon DuPasquier 1919.

sur ce même sujet et nous a libéralement ouvert sa bibliothèque privée. Souvent même, il a tenu à nous accompagner sur le lac où ses conseils pratiques et son expérience nous ont été indispensables. Enfin, il a bien voulu se charger de la détermination toujours délicate des Turbellaires, et, grâce à la circonstance que tous ces vers ont été examinés vivants, la liste des Turbellaires profonds de notre lac a pris une ampleur telle qu'elle a dépassé de beaucoup nos prévisions.

La détermination de certains groupes, d'un abord difficile, a été confiée à des spécialistes éprouvés. M. le Dr Piguet, de Neuchâtel, a déterminé le très abondant matériel d'Oligochètes, — M. le Dr Steiner, de Talwyl, a étudié les nombreux Nématodes soumis à son examen — M. le Dr Walter, de Bâle, s'est chargé de toutes nos Hydracarines — M. Piaget, de Neuchâtel, des Mollusques, et M. le Dr Weber, assistant à Neuchâtel, des Hirudinées. En outre, M. Delachaux, de Neuchâtel, a bien voulu examiner quelques formes embarrassantes de Cladocères et d'Harpacticides, M. le Dr Penard, de Genève, quelques Rhizopodes, et nous avons soumis à M. le Dr Weber, de Genève, une Callidine dont il sera question plus loin .

A tous ces savants, dont la complaisance n'a jamais failli, nous adressons nos plus chaleureux remerciements. L'entre-aide généreuse, la bonne entente qui seules permettent les progrès de la science, n'ont pas été de vains mots pour eux. Pour notre part, nous avons déterminé bon nombre de Rhizopodes, les Infusoires, beaucoup de Nématodes, les Rotateurs, les Ostracodes, Phyllopodes, Copépodes, les larves d'insectes et les autres groupes secondaires (Bryozoaires, Gastrotriches, Hydrozoaires, Cestodes, Amphipodes, Tardigrades).

Enfin nous remercions encore les nombreux amis qui ont bien voulu nous accompagner sur le lac et prendre part à la besogne pénible des dragages.

Historique. — L'initiateur des recherches sur la faune profonde de nos lacs, faune dont l'existence n'était pas même soupçonnée, fut le naturaliste Forel qui, en 1869, voulant étudier les rides de fond du Léman, y découvrit un Nématode. Dès ce jour, Forel, aidé de Duplessis, se voua plus particulièrement à l'étude de cette faune dont il publia les résultats dans ses « Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Léman » (1874-1879), puis dans un mémoire paru en 1884, conjointement avec celui de Duplessis, « La faune profonde des lacs suisses », enfin dans le volume troisième de sa grande monographie du Léman (1904). — Mais Forel étendit ses recherches dans plusieurs de nos lacs et particulièrement dans celui de Neuchâtel où il signale en 1873 une quinzaine d'espèces imparfaitement déterminées d'ailleurs. En 1874, Ph. de Rougemont effectue dans notre lac quelques dragages qui ne semblent pas lui avoir donné beaucoup de résultats.

Depuis lors, la faune, profonde et littorale, de notre lac n'a été étudiée qu'à l'occasion de recherches particulières sur tel ou tel groupe animal. Ainsi Kaufmann sonde le lac dans le but d'en rechercher les Ostracodes (1896), — Volz en étudie les Turbellaires (1898-1901), — Penard les Rhizopodes (1899-1908), — Godet les Protozoaires et les Mollusques (1900), — Stingelin les Phyllopodes (1901), — Piguet les Oligochètes (1906), — Piaget (1912) les Mollusques, enfin Hofmänner (1915) les Nématodes. D'autre part, on trouve dans des travaux généraux des données sur la faune profonde de notre lac : ainsi Thiébaud (1908-1911) recherche les Entomostracés et les Rotateurs, Delachaux les Cladocères et les Copépodes. Enfin, M. le professeur Fuhrmann étudie à fond, dans une longue série de recherches, publiées en partie seulement, la composition et les variations du plankton.

Le lac de Neuchâtel n'a donc pas manqué d'observateurs, et par comparaison avec d'autres lacs suisses (Lugano par exemple), pouvait passer pour fort bien connu au point de vue faunistique. Des travaux d'ensemble, tant sur la faune littorale que sur la faune profonde ou pélagique, manquaient toutefois à cette brillante série de recherches. M. le professeur Fuhrmann entreprit ces travaux : le plankton, on l'a vu, retint particulièrement son attention. Mais en 1901, 1902, 1908 et 1911 il effectua une trentaine de dragages qui lui ont fourni en tout une soixantaine d'espèces. Cependant,

poursuivi par d'autres préoccupations scientifiques, et dirigeant ses études favorites dans la direction bien connue où son nom s'est illustré, il ne poussa pas ces recherches jusqu'à un résultat définitif. Toutefois les données de ces études furent publiées, en partie du moins, dans le « Catalogue des Invertébrés de la Suisse », fascicules des Phyllopodes et des Copépodes par Stingelin (1908) et Thiébaud (1915).

Au mois de mars 1917, M. le professeur Fuhrmann nous proposa de reprendre ses recherches et de terminer l'étude qu'il n'avait qu'ébauchée. C'est le résultat de dix-huit mois de travaux assidus que nous avons l'honneur de présenter dans cette publication.

Le travail suivant se divisera, tout naturellement, en quatre parties d'importance fort inégale d'ailleurs :

1° *Le lac*, sa situation géographique, ses conditions géologiques, physiques et chimiques, le limon.

2° *La technique*, les procédés de laboratoire, les dragages et leur classement.

3° *La faune*, les espèces envisagées une à une, par ordre systématique, leur répartition verticale et horizontale, leur fréquence.

4° *Les résultats généraux*, la critique des théories émises sur l'origine de la faune profonde, les facteurs qui régissent le peuplement des abysses de nos lacs, les conditions générales de l'envahissement d'un milieu donné par les populations voisines.

I. LE LAC

I. Description géographique.

Le lac de Neuchâtel, le plus grand des lacs exclusivement suisses, étend majestueusement sa nappe d'un bleu-vert dans le bord concave du Jura, à peu près en son milieu. Sa forme extrêmement simple ne permet aucune subdivision géographique ; c'est un vaste rectangle de 38 km. de longueur et de $8^{km},2$ de largeur maximale, de $5^{km},7$ de largeur moyenne. La rive sud-est, la plus uniforme, est presque rectiligne de l'embouchure de la Broye à Yvonand ; là elle se rapproche de la rive nord-ouest, rétrécissant ainsi le lac à $2^{km},5$. La rive nord-ouest présente plusieurs saillants, ceux de là Raisse, de la pointe du Grain, de la pointe du Bied, et une baie, celle d'Auvernier. Ces côtes, d'architecture si simple, limitent une nappe de $215^{km^2},9$ de superficie et de 88 km. de pourtour.

La rive sud-est s'est creusé, dans les molasses du Plateau, une falaise abrupte ; les débris accumulés forment une beine dont la largeur atteignait $1^{km},5$ avant la correction des eaux du Jura. Une grande partie de ce blanc-fond s'est alors trouvée exondée et les flots ne beignent plus la falaise, qui s'est couverte de végétation et ne montre plus le spectacle d'autrefois (Ritter).

La rive nord-ouest, tantôt aquitanienne ou urgonienne, présente aussi, surtout aux environs de Neuchâtel, des falaises bien développées et une beine, moins large toutefois que celle du sud ; l'Urgonien dont cette falaise est formée lui assure une stabilité et une durée plus grandes. Le delta de l'Areuse rompt l'uniformité de cette formation crétacique par un vaste triangle alluvionnaire récent.

Les rives sud-ouest et nord-est, les petits côtés du rectangle, reposent sur des plaines d'alluvions, encore marécageuses.

En résumé, la composition géologique des rives se présente ainsi (voir carte géologique de la Suisse, VII, XI, XII) :

Quaternaire récent et glaciaire	34 km.
Molasse rouge, aquitanienne, burdigalienne,	37 km.
Urgonien	18 km.

Le fond. — A l'encontre de la plupart des lacs suisses qui, entre deux talus raides, montrent une plaine basse d'une grande uniformité, le lac de Neuchâtel possède un fond relativement accidenté. Sa plaine basse principale (153 m.), commençant dès Yverdon, est d'abord très étroite et longe la rive nord-ouest du lac ; à la hauteur d'Auvernier, elle s'épanouit largement, passant de 2 km. à 5 km. Un autre fond, plus élevé, d'une profondeur de 80 m. environ est parallèle à la plaine basse mais joute la côte sud-orientale ; il commence près d'Yvonand et cesse à la hauteur de la pointe du Bied ; c'est le *Plateau*. Entre ces deux éléments se dresse, devant Bevaix, Cortaillod et la pointe de l'Areuse, une colline submergée, la *Motte*, véritable île manquée, dont le sommet s'élève à 8 m. de la surface, à 145 m. du point le plus profond (153 m.). Cette colline s'affaisse brusquement au nord-est, si bien que vis-à-vis de Serrières aucune trace n'en demeure ; ses flancs nord-ouest *(Amblière)* sont fort abrupts.

Les pentes les plus accusées de la côte sont celles situées devant la pointe du Grain et la pointe du Bied ; sur 300 m. de distance horizontale, la profondeur augmente de 80 m. (27 %).

En résumé, selon Schardt, les eaux du lac baignent deux vallées parallèles, quoique inégales, celles de la Thièle et de la Mentue ; elles se rejoignent à la hauteur de Serrières et sont séparées par la Motte. On peut douter toutefois que la Mentue ait vraiment parcouru sa prétendue vallée ; le « Plateau » n'est point en effet séparé, à son origine, de la plaine basse par une crête, et l'examen des courbes de niveau montre que la Mentue devait se jeter dans la Thièle devant Yvonand. Il faudrait dès lors admettre que l'érosion glaciaire a profondément modifié les relations de ces deux vallées en effaçant complètement, sur une longue distance, la crête qui les séparait, ou conclure à d'autres formes topographiques préglaciaires. Or cet auteur nie que le lac soit dû à l'érosion glaciaire, il ne resterait donc que la seconde hypothèse.

Notons encore le fait que jamais, même si l'on admet les vues de Desor et Laharpe sur un ancien niveau du lac plus bas que l'actuel, la colline de la Motte n'a pu être en relations avec le rivage ; ce fait a une grande importance faunistique et nous y reviendrons.

Une autre caractéristique du lac, qui tient à la largeur des beines, à la présence d'une île submergée, au haut-fond de Saint-Blaise, est la faible proportion des parties les plus basses par rapport avec celles de profondeur moyenne ou

minime. Des mesures faites d'après la méthode d'intégration d'Archimède nous ont donné les résultats suivants :

Surface du fond comprise entre	0 et 33 m.	71,47 km²	soit le	33,1 %
» »	33 — 63 m.	34,44 km²	»	16,0 %
» »	63 — 93 m.	38,68 km²	»	17,9 %
» »	93 — 123 m.	25,60 km²	»	11,8 %
» »	123 — 153 m.	45,70 km²	»	21,2 %
	Totaux :	215,89 km²		100

Nous avons placé avec Forel à 25 ou 30 m. la limite de la surface explorée ; nous concluons donc que plus du tiers de la superficie du lac appartient à la zone littorale. Nous verrons plus tard l'importance de cette remarque pour expliquer la richesse de notre faune profonde.

En résumé, d'après Du Pasquier (S.N.S.N. XXIII, p. 252), les éléments de grandeur du lac sont :

Superficie : 215,9 km².	Longueur : 37,75 km.
Volume : 14,2 km³.	Largeur maximale : 8 km.
Profondeur maximale : 153 m.	Largeur moyenne : 5,7 km.
Profondeur moyenne : 65 m.	Développement des côtes : 89 km.

Ses éléments topographiques sont :

Altitude :	cote de l'atlas Siegfried : 432,43 m.
	cote de l'Etat de Neuchâtel : 429,62 m.
Latitude :	de 46° 47′ Nord à 47° 1′ Nord.
Longitude :	de 4° 18′ Est à 4° 43′ Est.

II. Origine et histoire du lac.

Le problème de l'origine des lacs suisses en général, du lac de Neuchâtel en particulier, a suscité de vives polémiques, prolongées pendant plus d'un demi-siècle. Nombreux sont les travaux parus à ce sujet, et nous devons entreprendre la tâche de les résumer ici. En effet, selon que nous admettrons une origine pré ou postglaciaire pour notre lac se poseront les problèmes des faunes préglaciaires ou ceux des émigrations postglaciaires dans le fond de nos lacs.

Déjà Desor (1860) tente une classification des lacs en orographiques (de vallon, de combe ou de cluse) et lacs d'érosion. Une des rives du lac de Neuchâtel repose sur le Créta-

cique, l'autre sur la Mollasse ; ces faits le classeraient donc dans les lacs de combes, si le lac de Morat, d'origine manifestement semblable, n'infirmait cette conclusion. Il faut donc admettre une érosion fluviatile causée, dit-il, par les eaux chassées lors du soulèvement des Alpes et du Jura. Le lac de Neuchâtel est donc antérieur aux glaciations ; il a été comblé ensuite par les glaciers, puis, après la retraite de ceux-ci, s'est de nouveau reformé. Aucune allusion à des mouvements de terrain n'existe dans cette théorie ; l'on ne peut comprendre comment les rivières seules ont réussi à creuser des cuvettes au-dessous de leur niveau de base.

Puis Ramsay [1], se basant sur l'étude des Lochs écossais, attribue l'origine de nos lacs à l'unique creusement glaciaire. Mais cette théorie est immédiatement et violemment combattue par les géologues suisses, tels que Studer (1864) et A. Favre (1865) qui créent une nouvelle théorie et imputent la formation de nos lacs à « une conséquence directe de la formation des montagnes » et « aux mouvements du sol ».

Tandis qu'en Angleterre, la géniale conception de Ramsay conduisait aux travaux de Tyndall et des Geikie, les géologues suisses, sous l'impulsion de Heim, renoncent complètement à expliquer par l'érosion glaciaire l'origine de nos lacs. Heim (1892) constate que tous les lacs présentent des traces d'érosion qui peuvent fort bien n'être que postglaciaires — et qu'ils sont situés dans les vallées. Or celles-ci ne présentant pas normalement de contre-pente, il faut nécessairement admettre ou un relèvement à l'aval ou un abaissement à l'amont. Le grand nombre de nos lacs, leur disposition en ceinture, rend la première hypothèse improbable. Un affaissement général des Alpes, prouvé par les contre-pentes des terrasses d'érosion, explique la formation de tous nos lacs ; il coïnciderait avec la première interglaciation.

C'est cette théorie, modifiée, que Schardt professe (1897-1898). La formation des cuvettes lacustres est due « au même affaissement qui a suivi l'avancement de la nappe de recouvrement des Préalpes sur le Plateau suisse ». Le tassement général de Heim ne peut s'appliquer au Jura, car les lacs n'existent que sur son bord interne. Les lacs subjurassiens (Bienne, Neuchâtel, Morat, Petit-lac) sont compris entre l'axe du pli monoclinal du lac de Thoune et le prolongement de la vallée de l'Arve, district où les nappes préalpines existent. Elles ont donc causé un affaissement et « on est involontai-

[1] *Quart Journal of the Geol. Soc.* XVIII 1862.

rement conduit à attribuer la formation de ces nappes d'eau à cet affaissement ». — Les deux vallées du lac de Neuchâtel se continuent dans celui de Bienne ; la Motte, l'île de Saint-Pierre et Jolimont sont de même formation.

Plus tard (1905), la découverte d'une colline molassique à Marin et Wavre ne permet plus à Schardt d'homologuer les vallées des lacs de Neuchâtel et de Bienne. Cette colline se fut opposée au cours de la Thièle ; celle-ci a donc dû tourner à l'Est par Anet où elle rejoignait celle de la Broye. Les deux vallées du lac de Bienne agissaient de même et leur émissaire unique s'écoulait par Nidau entre le Jensberg et le Buttenberg, dans la Broye ou l'Aar. Les sillons des trois lacs subjurassiens sont dus à l'érosion fluviale préglaciaire ; l'affaissement causé par les nappes préalpines renverse les pentes des vallées et provoque la formation du lac de Soleure, dans la première interglaciation.

Ritter a aussi présenté une théorie du lac, qui procède du reste de celle de Desor (1889). Pendant le Pliocène, le Plateau suisse s'est soulevé et les excavations lacustres furent formées par l'action érosive des courants d'eau ; la cause exacte de ces cuvettes, un barrage aval ou un affaissement amont, n'est pas indiquée. Les lacs du Jura sont donc « non seulement des lacs orographiques, mais surtout des lacs d'érosion et même quelque peu des lacs de barrage ».

L'école américaine, dirigée par Davis, est enfin revenue aux idées de Ramsay. — Penck et Brückner, adaptant à notre pays les théories du surcreusement glaciaire, s'expriment ainsi : « So stellen sich uns Bieler, Neuenburger und Murtener See als Wannen da, die zwar in dem durch Glazialerosion gebildeten nordöstlichen Zungenbecken des Rhonegletschers liegen, gleichwohl aber in ihrer heutigen Form durch Akkumulation bedingt sind. »

Cette théorie glaciaire, si simple, s'oppose admirablement à celle de Schardt obligé, pour maintenir la sienne, à une double hypothèse sur le cours des émissaires. La forme de nos lacs, leur position régulière sur le cours de presque chaque langue glaciaire, leur répartition coïncidant exactement aux plus grandes extensions des glaciers, leur profondeur diminuant à mesure que l'on s'éloigne du centre d'irradiation des glaciers, l'absence de fjords dans les vallées, conséquence inévitable de tout affaissement, tout concourt à étayer et rendre certaine cette belle et simple théorie qui a rallié la plupart des géologues modernes. A son appui, nous tenons à faire remarquer ce qui suit :

1° Guyot, Desor et Schardt parlent couramment de deux vallées dans le lac, celles de la Thièle et de la Mentue. Nous avons montré plus haut que l'observation des isohypses infirme cette proposition. Si le lac était dû à un affaissement, ses rapports topographiques se seraient maintenus ; l'action du glacier, supprimant partiellement la crête séparant les deux vallées, explique au contraire fort bien la forme du fond.

2° Le lac obéit à la loi de la diminution graduelle des profondeurs que nous avons développée dans ce bulletin (1918, p. 96). C'est encore une preuve de plus de son origine glaciaire.

3° Aucune terrasse déformée, aucun fjord dans les vallées affluentes ne permettent de conclure à un affaissement. Celui-ci, effectué dans les couches superficielles, aurait provoqué la présence de lignes de failles sur la rive ouest ; aucune n'a été constatée jusqu'ici.

4° Les Préalpes médianes ne sont pas restreintes au district Aar-Arve ; elles ont laissé des lambeaux plus au sud et plus à l'est ; l'affaissement se serait étendu sur tout leur périmètre.

5° Le Jura présente, entre la région neuchâteloise et la région bernoise, un décrochement significatif vers l'ouest ; l'anticlinal de Chaumont, repoussé dans cette direction, laisse à sa droite le plateau de Lignières ; celui de la Tourne, repoussé aussi, permet l'élargissement du Val-de-Ruz ; la vallée des Ponts, rompue aux Convers, se continue par le vallon de Saint-Imier; une grande faille transversale, des Convers à la Ferrière, marque encore ce décrochement. Les vallées du Plateau marquent le même phénomène, d'une manière atténuée, il est vrai. Or c'est justement à cet endroit que Schardt place un coude à l'est de la Thièle.

6° L'avancée d'une chaîne suppose toujours : en avant la compression, en arrière l'étirement des couches. Or c'est dans la région neuchâteloise que le Jura a subi le déplacement maximal et que l'étirement dans sa concavité a dû être le plus grand. Les couches amincies ont dû offrir à l'érosion glaciaire un minimum de résistance. Peut-être aussi la surcharge des 900 m. de glace a-t-elle amené un tassement des couches et contribué à la formation de la cuvette.

Nous admettrons donc que le lac de Neuchâtel est dû à l'érosion glaciaire ; le problème d'une faune profonde préglaciaire est donc éliminé de lui-même.

Niveaux anciens du lac. — A. Favre (1883), de l'étude des moraines et des terrasses de Soleure, a déduit que les moraines extrêmes du Würm ont fonctionné comme barrage ; un immense lac s'étendait donc de Soleure au Mormont, ayant comme rivage la courbe de niveau 453 m. Schardt a donné une carte de ce lac de Soleure (1905) ; embelli de nombreuses îles (Jolimont, Saint-Pierre, Brüttelenberg, Jensberg, Buttenberg) de la belle presqu'île du Vully, ce lac devait être fort pittoresque. Mais le sciage par l'Aar des moraines frontales a abaissé le niveau à 433 m., et les alluvions de cette rivière ont disjoint ce grand lac et l'ont séparé en trois bassins.

Mais d'autres observateurs ont établi aussi que le niveau du lac a dû être inférieur au niveau actuel. Ph. Delaharpe (1858), de l'étude d'une couche de tourbe près d'Yverdon, admet un niveau inférieur de 7 m. à l'actuel. Plus prudent, Desor (1870) n'estime cette différence qu'à 1 m. ; il se base sur des observations archéologiques — forme des ténévières, situation des stations de l'âge du bronze, présence à Saint-Jean d'objets recouverts d'alluvion lacustre — et sur la présence de tourbe sous-lacustre à Préfargier. Ritter dit au contraire que le niveau actuel est le plus bas qui ait jamais existé. Schardt admet que depuis les temps historiques le niveau des lacs a tendu à la hausse jusqu'en 1888. Les faits observés par Delaharpe et Desor sont fort probants et l'on peut admettre les conclusions de ces auteurs.

Enfin, notons encore qu'à la correction des eaux du Jura, en 1888, le niveau du lac a baissé de $2^{m},8$.

III. Régime hydrographique.

La correction des eaux du Jura a complètement bouleversé le régime du lac. Tandis qu'auparavant les trois lacs subjurassiens étaient toujours répartis par ordre d'altitude, que les variations de leurs niveaux, à cause de l'insuffisance de leurs liaisons, étaient fort indépendantes, il n'en est plus de même aujourd'hui. L'affluent le plus considérable et le plus variable (Aar) se jette dans le lac de Bienne ; le niveau de celui-ci peut donc surpasser celui de Neuchâtel. Alors les eaux refluent dans ce dernier et parfois même dans celui de Morat. Le régime, autrefois franchement jurassien avec hautes eaux régulières, est devenu mixte avec hautes eaux en

juillet. L'amplitude des variations a aussi augmenté ; d'après Collet (*Le Globe*, LV., p. 27), elle a passé de $2^m,65$ à $2^m,78$.

Les observations de Du Pasquier (1891-1895) et de de Perrot (1895-1913) montrent que le niveau le plus élevé depuis 1888 a été de $434^m,24$ le 15 juillet 1910 et le plus bas de $431^m,47$ le 1er mars 1891. L'élévation maximale en 24 heures a été de 28 cm. — Pendant la période 1895-1913, le niveau du lac de Bienne a surmonté 155 fois en 608 jours celui du lac de Neuchâtel.

Les hautes eaux de 1910 marquent bien la dépendance hydrologique des trois bassins. Le lac de Bienne, le 8 juillet 1910, enflé par l'Aar, monte de $1^m,94$ au-dessus de son niveau moyen. Puis le lac de Neuchâtel, par refluement et apport de ses affluents, monte 7 jours plus tard à son maximum, soit $1^m,84$ au-dessus de son niveau moyen. Enfin le lac de Morat, 4 jours plus tard, atteint à son tour sa hauteur maximale, soit $1^m,89$ au-dessus de son niveau normal.

Seiches. — Etudiées par Du Pasquier et Sarasin, elles sont d'observation difficile à cause de leur irrégularité et de leur faible amplitude. Du Pasquier constate la présence de deux systèmes de seiches, les uninodales de 40 à 50 minutes de période, et les binodales de 20 à 25 minutes. Elles sont fort irrégulières à cause de la forme compliquée du fond et l'étendue des beines ; leur amplitude est faible, la maximale observée étant de 11 cm.

Courants. — Outre le grand courant général sud-ouest à nord-est, il semble exister des courants profonds assez intenses, malheureusement non encore étudiés. Depuis 1888, il peut arriver que les eaux refluent du lac de Bienne. Un courant contraire au précédent se manifeste alors ; les eaux plus froides de ce lac s'enfoncent d'abord pour reparaître ensuite à Auvernier (de Perrot, 1913). Guillaume et Hirsch (1882) ont observé un courant rétrograde au large de Monruz à 500 m. du bord, étalant à cet endroit les « fontaines » et « taches d'huile » en bandes parallèles. En 1880, lors de la congélation du lac, une voie d'eau persistante existait en cet endroit et a provoqué la mort de quelques patineurs imprudents.

Affluents. — Les principaux affluents du lac sont : la Thièle et ses décharges, le Mujon, le Bey, la Brinaz, le Grandsonnet, l'Arnon, le Bied de Concise, la Lance, la Tannaz,

l'Areuse, la Serrières, le Seyon, la Goulette, la Broye, la Mentue. Son émissaire est la Thièle. Des sources souterraines, telles que celles de la Diaz, de la Raisse, de Monruz, de Saint-Aubin s'y jettent encore, de sorte que le nombre total des affluents ascende à une cinquantaine.

IV. Conditions physiques et chimiques.

Fort bien étudiées par Forel, dans le Léman, elles sont assez uniformes dans tous les lacs suisses. Il est toutefois bon de les rappeler ici.

1. *Pression.* — Elle s'accroît de une atmosphère par 10 m. de profondeur et atteint ainsi au point le plus bas du lac une valeur de 15+1=16 atmosphères.

2. *Température.* — Les observations thermométriques jouent un grand rôle dans la limnologie ; elles ont été effectuées dans notre lac par Forel, Ladame, Weber. — M. le prof. Fuhrmann a fait, à l'occasion de recherches sur le plankton, une importante série de mesures que nous résumons ici :

Profondeurs mètres	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temp. max. observée	25°	18,5°	17,8°	13,7°	13,5°	9°	6,5°	6,1°	6,7°	5,8°	5,5°	6°
Temp. min. observée	3,6°	3,1°	3,1°	3,1°	3,1°	3,1°	3,1°	3,2°	3,2°	3,3°	3,3°	3,3°

La température de la surface est donc très variable et peut même descendre plus bas que 0° dans le cas de gel (1880). A mesure que l'on descend, le chiffre minimum tend à monter jusqu'à 4° où il s'arrête ; le chiffre maximal descend au contraire et tend vers cette température, sans l'atteindre toutefois. A 100 m., la variation annuelle est encore de 2°. A 30 m., où nous faisons commencer la zone profonde, cette variation atteint annuellement 9°,5, ce qui est encore considérable.

Ces caractères thermiques du lac lui assignent, dans la classification de Forel, le rang de lac tempéré de grande profondeur. Le Léman, dans cette même classification, appartient aux lacs tropicaux.

3. *Couleur.* — Forel a établi (Léman II, p. 464) une gamme de teintes pour apprécier d'une manière uniforme la couleur des lacs. Celle des eaux du lac de Neuchâtel se place entre les degrés VI et VII de cette échelle. La couleur verdâtre des eaux est attribuée par Forel à des matières brunes organiques provenant de marais. Le lac de Neuchâtel est en effet bordé, au nord-est, par des marais étendus, tourbeux, dont l'action sur la couleur des eaux a pu produire des changements considérables de teinte.

4. *Transparence.* — M. Fuhrmann l'a mesurée maintes fois en se servant du filet de plankton. Comme on pouvait s'y attendre, elle s'est montrée moins grande que dans le Léman. C'est un fait bien connu d'ailleurs que les lacs verdâtres sont moins transparents que les bleus. Les deux mesures extrêmes observées dans notre lac furent $2^m,5$ et $11^m,5$ aux mois de juillet et de février. — Pour tout ce qui a rapport à la pénétration de la lumière dans l'eau, nous renvoyons à l'ouvrage de Forel : *Le Léman* II, pp. 408-443.

5. *Composition chimique de l'eau.* — F. Conne, en 1903, effectua une série d'analyses chimiques de l'eau du lac, prélevée à des profondeurs de 25 et 30 m. Nous les donnons ici :

	18 III 1903 25 m.	10 IV 1903 25 m.	10 IV 1903 30 m.
Résidu d'évaporation . .	160 millig.	160 millig.	160 millig.
Résidu de calcination . .	150	150	150
Matière organique oxydable	25	20	15
Azotates	< 1	< 1	< 1
Azotites	0	0	0
Ammoniaque	0,01	0,02	0,02
Ammoniaque albuminoïde .	0,07	0,12	0,12
Sulfates	Peu	Peu	Peu
Chlorures	2	2	2
Nombre de microbes par cm^3	5 à 6	18	21 à 22

Les eaux du lac de Neuchâtel sont donc beaucoup moins calcaires que celles du Léman ; les affluents du lac proviennent pourtant de contrées où les calcaires forment la majeure partie des couches. Il faut donc admettre une précipitation chimique du carbonate de calcium, précipité que l'examen microscopique du limon permet d'apercevoir facilement. Les myriades de Mollusques qui peuplent son fond et ses rives, les Limnées, Bithynies, Pisidies, Planorbes, etc., en fixent aussi une partie importante.

V. Limon.

Le milieu où vivent les innombrables individus des nombreuses espèces de la faune profonde offre un intérêt tout spécial et mérite à lui seul une étude particulière. Dans le Léman, Forel constate une grande uniformité dans la nature de la vase *(Léman* I, p. 116) ; d'après la proportion soluble dans l'acide chlorhydrique, il distingue cependant 5 groupes, ceux du Rhône, des talus latéraux du grand lac, du Petit-lac, de la région littorale, de la plaine centrale. Dans le Ceresio, Fehlmann distingue 6 formations sédimentaires différentes dont il faut chercher l'origine dans les conditions géologiques très diverses des bassins d'alimentation des affluents. Ekmann, dans le Vetter, s'est livré à une étude attentive des dépôts actuels ; il en distingue 6 variétés qui sont : pierre, sable, sable et argile, sable sur argile, argile, gyttja (détritus végétaux, animaux et débris chitineux).

Le limon du lac de Neuchâtel, quoique plus uniforme que celui du Ceresio ou du Vetter à cause des conditions géologiques de ses environs, présente toutefois des variétés assez tranchées. D'ordinaire, dans les grands fonds du lac, c'est une vase impalpable, blanchâtre entremêlée de veines argileuses bleuâtres. Si, après l'avoir remuée, on la laisse déposer dans un cristallisoir, elle se sépare en deux couches : l'inférieure, très épaisse, contient l'argile et les débris de roches ; la supérieure, épaisse de 1 ou 2 mm., est composée de fins éléments amorphes, blancs, formés surtout de carbonate de calcium précipité chimiquement (craie lacustre). Desséché, le limon rappelle d'une façon singulière la molasse grise lacustre des environs de Boudry ; les débris de cette molasse, ceux des roches crétacées et jurassiques du Jura, constituent en effet ce limon ; or la molasse ayant cette même origine, cette similitude n'a donc rien de surprenant. Calcinée, la vase laisse un résidu grisâtre, non cohérent, friable.

Mais en d'autres régions, le caractère du limon change notablement ; sur la rive droite, dans la région semi-profonde, il se présente sous la forme d'un sable molassique grossier, à grains multicolores, surmonté après repos d'une couche plus fine sillonnée en tous sens par les tubes d'Annélides et de Chironomides. Enfin le même voile de calcaire précipité se fait encore voir au-dessus. Le limon de la Motte ressemble fort à celui de ce type ; il en diffère par une plus forte pro-

portion de matériel grossier et par la présence de cailloux alpins plus ou moins corrodés. Dans le cône de l'Areuse, la même proportion de sable grossier existe, ce qui s'explique par l'allure torrentueuse de cette rivière ; de très abondants débris végétaux le caractérisent encore. Ces débris végétaux de toute espèce permettent le développement d'une faune très spéciale, rappelant celle des étangs, et remarquable par la présence de larves d'insectes, de Chironomus, de Mollusques herbivores, d'Hydracarines, d'Entomostracés et de sangsues. Fehlmann, qui a exploré le cône du Cassarate, l'indique comme particulièrement stérile. Ceux que nous avons explorés (Areuse, Serrières, Seyon) ont toujours montré, au contraire, une faune très riche en individus et en espèces, d'un caractère très différent de celui de la faune profonde pure.

La composition chimique du limon est bien différente dans chacun des lacs suisses. Celui de notre lac, traité à l'acide chlorhydrique, fait fortement effervescence. Le résidu a changé totalement de caractère : il est brunâtre ou gris foncé ; le microscope y découvre, à côté des nombreuses Difflugies et Diatomées, des flocons d'argile et des grains cristallins de quartz, mica, feldspath, etc. — Un échantillon de vase, puisée à 95 m., à 1 km. du rivage a accusé, après traitement à l'acide chlorhydrique, une diminution de poids de 10 g. — $3^g,39 = 6^g,61$; le limon contient donc à peu près les $^2/_3$ de son poids de substances solubles dans ClH. Le résidu laissé par l'acide perd encore par calcination en vase ouvert le 12 % de son poids, correspondant à sa teneur en eau, et en substances organiques. Le produit de calcination est une poudre fine, rougeâtre, où les diatomées se voient encore au microscope.

D'après les analyses de Durand Claye, la proportion des matières insolubles dans H Cl atteint, au Léman, jusqu'à 75,35 %, avec des différences fort notables d'ailleurs, provenant de la variété des alluvions amenés par les courants. Ces différences sont beaucoup moins sensibles dans notre lac. La plus forte proportion de matières insolubles dans le Léman (75 % contre 33 %) s'explique par l'absence de calcaire précipité chimiquement dans ce lac ; ce phénomène est en corrélation avec la teneur en calcaire des eaux des deux lacs.

Risler et Walther ont analysé chimiquement le limon de notre lac ; ils ont obtenu pour la partie soluble des chiffres voisins des miens. Voici du reste leur analyse :

Fer (oxyde), 2,11.
Alumine, 0,68.
Ac. phosphorique, traces.
Chaux, 34,28.
Magnésie, 1,13.
Potasse et soude, traces.
Ac. carbonique, 29,46.
Ac. sulfurique, traces.
Silicates et silice, 29,17.
Matières organiques, 3,17.

Le limon du lac de Neuchâtel appartient donc au type marneux calcaire de Forel, à faciès tantôt sableux (Motte, rive droite), tantôt vaseux et sableux(cône de l'Areuse), mais plus fréquemment limoneux (plaine basse).

Les débris organiques sont fort nombreux et variés dans la région littorale ; ils diminuent, au moins les végétaux, à mesure que l'on s'éloigne du rivage. Ce sont surtout des tiges de *Juncus*, de *Phragmites*, des feuilles de *Fagus*, *Salix*, *Populus*, *Acer*, *Potamogeton*, des touffes d'*Hypnum*, des fragments de bois, des fruits de *Tilia*, etc., etc. Sur la Motte, nous avons trouvé de très nombreux œufs de *Chara* ; à l'embouchure du Seyon s'accumulent des copeaux et de la sciure de bois provenant des scieries du cours moyen de ce ruisseau. Partout on trouve du pollen de Conifères en train de se fossiliser ; nous avons montré ailleurs [1] les conditions de cette fossilisation.

Les débris animaux, moins apparents, abondent cependant dans toute la surface. Ce sont surtout des valves de *Candona* et autres Ostracodes, de Phyllopodes, des éphippies de Daphnies présentes pendant toute l'année, des têtes de Chironomides, de Bosmines, des coques d'œufs, des coquilles de Pisidies. Plus rarement on trouve des ailes, des pattes, des cornées d'insectes, etc.

La vase contient encore, outre ces débris reconnaissables, des matières organiques diffuses dont l'importance est considérable. Ce sont elles, en effet, qui rendent la vie possible aux Oligochètes, Chironomides et autres animaux limivores. Risler, dans l'analyse citée, l'évalue à 3,17 %. Nous avons cherché à déterminer rapidement cette teneur en matières organiques et nous avons opéré par la méthode classique du permanganate de potassium : 2 dg. de vase criblée et desséchée sont traités par 50 cm³ de $SO_4 H_2$, $^1/_4$, et on laisse bouillir avec 100 cm³ d'eau pendant 5 minutes. Puis on ajoute 20 cm³ de MnO_4K, $\frac{N}{50}$ et on fait bouillir pendant 5 minutes ; la couleur doit persister. On ajoute encore 10 cm³ d'acide oxa-

[1] *Rameau de sapin*, juillet 1918.

lique $\frac{N}{100}$ et l'on titre avec la même solution de permanganate jusqu'à apparition de la couleur rose. — Quatre échantillons ont donné les résultats suivants :

Ech. 1 (34 m.), 5,33 %.	Ech. 3 (112 m.), 3,73 %.
Ech. 2 (53 m.), 3,67 %.	Ech. 4 (122 m.), 3,86 %.

La teneur en matières organiques paraît donc varier d'un endroit à un autre.

Des êtres vivants font intégralement partie du limon ; les Difflugies et autres Rhizopodes testacés sont fort nombreux : leur étude, faisant partie du cadre de ce travail, viendra en son temps. Parfois on trouve, surtout dans la région semi-profonde, des filaments d'Algues vertes (Spirogyra), des colonies de Chroococcum et autres Protococcacées. Un dragage effectué sur le delta de l'Areuse contenait quelques beaux exemplaires de *Closterium*, précipités dans les profondeurs par le courant. Mais les *Diatomées* jouent un rôle beaucoup plus important dans l'économie des profondeurs ; fort nombreuses et variées, elles mériteraient une étude poursuivie et méthodique. Forel (*Léman*, III, p. 238) signale 56 espèces de Diatomées dans la flore profonde du lac ; mais il croit que « c'est au hasard du transport d'individus des diverses espèces de la flore littorale qu'est due la présence de ces Diatomées dans le fond du lac ». Penard (1899) est d'avis, au contraire, qu'un certain nombre de ces algues fréquentent normalement le fond de nos lacs, surtout les zones semi-profondes, et constituent la nourriture des Rhizopodes. Il cite *Surirella norica*, *S. biseriata*, *Nitzschia sigmoidea*, *Pinnularia nobilis*. Fehlmann pense, avec Forel, que la présence des Diatomées dans la profondeur est tout accidentelle (p. 9). — Nos Diatomées, présentes partout et en très grand nombre, très variées surtout dans le cône de l'Areuse, appartiennent aux genres *Cymatopleura*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Synedra*, *Diatoma*, *Nytzschia*, *Surirella*, *Cymbella*, *Epithemia*, *Pleurosigma*, *Meridion*, *Cocconeum*. Parmi elles, les unes proviennent du plankton [1]. Ce sont :*Cyclotella Bodanica*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella gracillima*, *Tabellaria flocculosa*, *Stephanodiscus astraea*, *Cymatopleura elliptica*, *Melosira orichalcea*, *Rhizosolenia longiseta*. Toutes peuvent se trouver à l'état fossile dans la vase du fond : cependant *Cymatopleura*

[1] Chodat. Remarques sur la flore superficielle des lacs suisses et français. *Bull. de l'herbier Boissier*. Tome V n° 5, 1897.

elliptica et *Melosira orichalcea* sont particulièrement abondantes. La première est citée aussi par FEHLMANN comme très fréquente dans une série de ses dragages.

Mais, à côté de ces Diatomées pélagiques précipitées, il existe certainement une riche flore bacillaire propre à la profondeur. Quelques espèces sont erratiques, mais d'autres *(Cymatopleura solea)* se sont sûrement acclimatées à la profondeur, ce que prouvent les innombrables exemplaires vivants récoltés partout. Une lamelle de verre, reposant pendant quelques heures à la surface de la vase dans un cristallisoir, en ramène toujours de nombreux exemplaires. Leur présence n'a rien d'extraordinaire ; les algues brunes descendent dans la mer à des profondeurs supérieures à celles des Chlorophycées ; à 120 m. dans nos lacs, les Diatomées doivent trouver encore assez de radiations pour leur assimilation chlorophyllienne.

Lorsque la drague remonte, on aperçoit parfois à la surface du limon une pellicule brunâtre qui est le *feutre organique* de FOREL, formé de filaments organiques enchevêtrés et de Diatomées. D'autres fois, après quelques jours de repos dans les cristallisoirs, le même feutre apparaît et envahit souvent les parois du vase, tandis que la surface de l'eau se couvre d'un voile de bactéries. Ce feutre s'est montré particulièrement épais et vivace, de couleur tantôt grise, tantôt brune, dans quelques dragages faits au cône de l'Areuse ; il submergeait les débris végétaux d'un manteau continu, aussitôt reformé après rupture. Par contre le limon des grands fonds ne présentait souvent, au bout de quinze jours, que des places brunâtres dues aux Diatomées, sans trace de filaments cryptogamiques. La formation de ce feutre, comme l'a constaté aussi FOREL, est donc loin d'être un phénomène constant; son apparition semble liée à la quantité de débris organiques que contient le limon.

En résumé, le limon du lac de Neuchâtel est formé d'alluvions glaciaires remaniées, fluviatiles et lacustres, — composées de calcaire, d'argile, de molasse — et de calcaire précipité chimiquement. Il contient en outre des débris végétaux et animaux en grande abondance, et des organismes vivants tels que les Rhizopodes testacés et les Diatomées. Par sa composition minéralogique, il se rattache étroitement à celui de l'Untersee, de plus loin à celui du lac de Zurich. Il diffère nettement du limon du Léman et du lac de Constance par une proportion beaucoup plus considérable de minéraux solubles dans l'acide chlorhydrique.

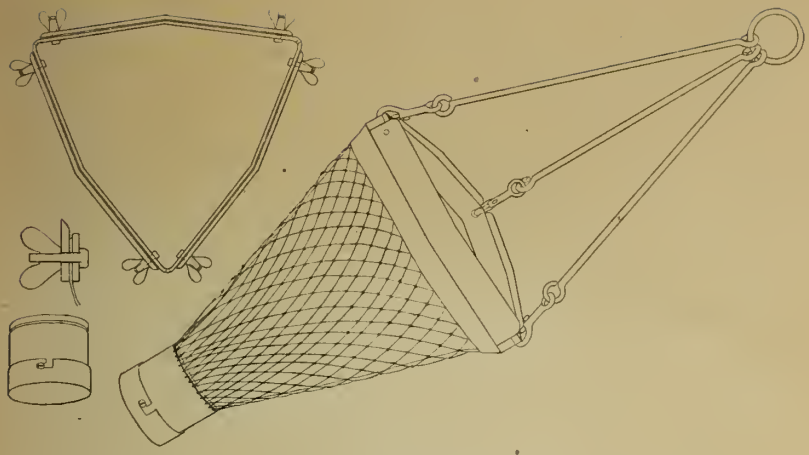
II. TECHNIQUE

A mesure que l'on avance dans des recherches du genre de celles que nous avons entreprises, on se rend compte de plus en plus de l'importance et de la valeur de la méthode employée. Les divers procédés sont toujours susceptibles de perfectionnement, et à chaque perfectionnement correspondent des résultats plus complets. Dans un travail comme le nôtre, qui doit présenter un tableau complet de la faune d'une région, il importe que le moins possible d'individus échappent à l'observateur ; celui-ci apportera donc à l'étude et à l'expérimentation des procédés de laboratoire une attention minutieuse. On nous permettra ici de développer en quelques mots les modifications que nous avons apportées aux procédés de nos prédécesseurs.

Drague. — Nos premiers dragages ont été effectués avec la drague Steinmann, telle qu'elle est décrite dans l'« Internationale Revue der Hydrobiologie und Hydrographie » (1909). Mais à l'usage, elle nous a paru présenter quelques inconvénients ; les dents pénétrant dans la vase s'opposent fortement à la traction de la drague qui ne rapporte que peu de limon ; celui-ci, en remontant, se lave, et un grand nombre de petits organismes se trouvent perdus ; la manœuvre de vidange est difficile et malpropre et souvent une bonne partie de la vase est perdue. Pour corriger ces inconvénients, nous avons modifié cette drague d'une manière qui nous a donné pleine satisfaction. Les dents latérales ont été supprimées ; les trois côtés taillés en biseau sont pliés à leur milieu en un angle très ouvert [1] ; la poche, en soie à bluter n° 12 ou 15, est protégée par un fort filet de ficelle ; à l'extrémité inférieure du sac est attaché un manchon de fer muni d'un couvercle, qui facilite beaucoup la vidange.

La manœuvre de cette drague est bien simple : sans qu'il soit nécessaire de la charger d'un poids, elle est attachée à un câble métallique et descendue dans la profondeur. Tandis qu'un aide fait avancer le bateau, on lâche encore du

[1] Cette condition n'est peut-être pas nécessaire.



câble jusqu'à ce qu'il ait pris une inclinaison de 45° ; puis la drague est traînée sur le fond. Remontée aussitôt, elle est vidée dans un seau par le manchon de vidange ; elle rapporte ordinairement plusieurs litres de limon.

Recherche des animaux. — Au laboratoire, le limon est versé dans de grands cristallisoirs ; il s'y dépose lentement et 24 ou 36 heures plus tard, il est totalement précipité. Les différentes espèces se montrent en des temps différents, car chacune d'elles a des habitudes particulières qu'il faut apprendre à connaître sous peine d'insuccès. Pendant que le limon se précipite, on recherchera avec fruit les grands Turbellaires, les Cladocères, les Ostracodes des genres *Cyclocypris* et *Cypridopsis*. Dès le dépôt achevé, les Limnées, Hydracarines, *Cypria ophtalmica*, Cladocères, Cyclops apparaissent. Lorsque le manque d'oxygène se fait sentir, quelques jours plus tard, les Oligochètes sortent de leurs tubes et font osciller leurs extrémités postérieures. Les larves de Chironomides apparaissent en nombre après le criblage, ou quand l'eau est changée.

Mais il ne faut pas se contenter des animaux qui paraissent d'eux-mêmes ; beaucoup restent obstinément cachés dans la vase où il les faut découvrir ; ce sont surtout les Nématodes, les Oligochètes de petite taille, les Ostracodes rampants, quelques Phyllopodes, les *Canthocamptus* (surtout *C. schmeili)*, les petits Turbellaires, les Rotateurs, les Rhizopodes. On pipette alors un ou deux centimètres

cubes de limon, de préférence au bord du cristallisoir, vers la lumière, et on dépose cette portion avec un peu d'eau fraîche dans une « boîte de Petri » de 7 cm. de diamètre. Après quelques instants, le limon est réparti uniformément sur le fond du godet ; les bêtes se mettent à bouger et tracent dans la vase des pistes caractéristiques qui les dévoilent au premier coup d'œil. La loupe ou mieux encore le merveilleux instrument de recherches qu'est le microscope binoculaire Leitz, grossissement 18, permettent d'apercevoir les toutes petites espèces lentes, les Rotateurs, les Nématodes de petite taille, les Halacarides, *Canthocamptus schmeili*, etc. Une ou deux gouttes de formol, 10 %, versées dans le godet donnent de bons résultats ; incommodés par les ondes de diffusion du formol, les animaux fuient rapidement et apparaissent plus facilement. Enfin, en versant avec précaution le limon, en remettant un peu d'eau fraîche et en soumettant de nouveau le verre de Petri à l'examen du microscope, on a parfois la chance de trouver certains Rotateurs fixés au verre et certains Turbellaires restés inaperçus. Pour permettre une exploration minutieuse de toute la surface du verre de Petri, sans laisser de places inexplorées et sans repasser sans cesse aux mêmes endroits, on dispose un fil de cuivre suivant le diamètre du verre.

Recherche des Rhizopodes. — Les Rhizopodes échappent à tous les procédés indiqués ci-dessus ; leur petite taille, leur faible mobilité, leur coque pierreuse les rendent invisibles ; il ne reste que l'examen au microscope par toutes petites portions de vase. Mais ce procédé est extrêmement long, fatigant et peu fructueux. Penard (1902, p. 583) indique ses méthodes pour « la concentration des Rhizopodes » ; dans une communication écrite à M. le prof. Fuhrmann, il recommande des décantations successives du limon, effectuées dans un bocal de 1 litre et répétées jusqu'à la précipitation très rapide ; le résidu se montre riche en Rhizopodes de grande taille. Comme il s'agissait, dans nos recherches, non pas d'observer les mouvements de l'animal mais d'en déterminer simplement l'espèce, nous avons trouvé un procédé, violent sans doute, mais extrêmement fructueux. Il est basé sur le fait que le limon est composé surtout de calcaire (66 %), que les Difflugies choisissent toujours pour la confection de leurs coques de fines particules de quartz. Nous traitons donc quelques centimètres cubes de vase, pipetée à la surface du cristallisoir après un long repos, avec de l'acide chlorhydrique

dilué. Le résidu est ensuite bien lavé, en décantant à chaque lavage les flocons bruns d'argile qui se séparent. La matière brun-noirâtre restante est examinée au microscope et montre une foule de débris divers, des grains de sable, des Diatomées et souvent une grande abondance de Rhizopodes. Ces bêtes sont naturellement mortes, mais la coque suffit presque toujours à la détermination, rendue difficile d'ailleurs par la multiplicité des formes intermédiaires. Mentionnons, au sujet de ce procédé, un fait curieux qui montre bien la résistance de certains œufs aux agents extérieurs. Dans le résidu, après traitement par H Cl, nous avons trouvé un jeune *Monohystera* et un jeune *Dendrocœlum lacteum*, tous deux vivants ! Leurs œufs avaient résisté à l'acide, qui peut-être même en avait stimulé l'éclosion, et étaient éclos pendant les lavages.

Criblage. — Lorsque le matériel d'un dragage est très abondant, on a avantage à en cribler une partie au moyen d'un crible métallique fin (mailles de $0^{mm},5$). L'opération est rendue très facile si l'on a soin de baigner le crible dans l'évier plein d'eau. On trouve ainsi facilement les grandes espèces, mais les petits Nématodes, les Protozoaires, les Rotateurs sont perdus ; il ne faut donc jamais cribler la totalité de la vase. — On peut aussi avoir recours à ce moyen, une fois achevée l'exploration du limon dans les vases de Petri. On se rend alors bien mieux compte du nombre total d'individus.

Conservation. — Les individus trouvés, recueillis avec une très fine pipette à bouche, sont immédiatement examinés vivants. Très souvent, lorsqu'il s'agissait d'éclaircir les tissus, nous avons employé de la glycérine (50 %). Les Rotateurs sont traités à la cocaïne (1 %) ; les Nématodes sont tués à la chaleur d'une flamme d'allumette ; les Infusoires sont examinés vivants et immobilisés par la pression. Les Oligochètes et Nématodes envoyés aux spécialistes ont été conservés dans le formol (2 %), les Hydracarines dans le liquide glycéro-acétique de Kœnicke. Les Turbellaires sont tués au sublimé acétique bouillant, les Hirudinées par l'alcool faible ou par l'eau de Seltz. Les Mollusques sont conservés à sec.

On obtient rapidement de jolies préparations durables des Crustacés par l'emploi de la gélato-glycérine phéniquée.

Pour terminer ce chapitre des procédés, donnons un aperçu de la façon de trouver les animaux suivant leur groupe.

1. *Rhizopodes.* — *a)* Dans le résidu de la vase après traitement par l'acide chlorhydrique ; *b)* dans le produit des décantations successives opérées sur quelques centimètres cubes de limon.

2. *Infusoires.* — A rechercher autour des cadavres de vers, de larves, dans les débris végétaux et le feutre organique. Les Péritriches se rencontrent sur les *Cyclops*, *Canthocamptus*, Ostracodes, Turbellaires, larves, etc. — Après quelques jours, un grand nombre d'infusoires communs apparaissent ; ils ne doivent pas être comptés dans la faune profonde.

3. *Turbellaires.* — Les grandes espèces se trouvent immédiatement après le transvasage du limon ; on les voit aussi errer sur la vase ou sur les parois du cristallisoir ; d'autres se laissent flotter comme des ballons dans l'eau. Les petites espèces *(Castrada*, *Trigonostomum*, etc.) s'aperçoivent dans le verre de Petri grâce à la tache claire qu'elles produisent en accumulant le limon autour d'elles.

4. *Nématodes.* — Après criblage, les grandes espèces s'aperçoivent facilement ; les petites sont à rechercher par le microscope binoculaire.

5. *Rotateurs.* — Au microscope binoculaire dans le limon entier.

6. *Oligochètes.* — En grand nombre après criblage.

7. *Hirudinées.* — Ne se rencontrent que dans les pêches à très nombreux débris.

8. *Ostracodes.* — *Cypria ophtalmica*, *Cyclocypris*, *Cypridopsis* montent à la surface et nagent rapidement dans les cristallisoirs. Les *Candona* se promènent sur le limon. Les Cytheridées et *Iliocypris*, toujours lents et sales, se recherchent au microscope.

9. *Copépodes.* — Les *Cyclops* montent, surtout après la précipitation complète du limon. *Canthocamptus crassus* et *staphylinus* montent aussi dans les cristallisoirs où on les peut rechercher à la loupe sur les parois. *C. schmeili*, lent et sale, s'aperçoit au microscope grâce à ses mouvements inhabiles.

10. *Cladocères.* — La plupart de leurs espèces doivent être recherchées pendant la précipitation du limon. On en

trouve souvent parmi les carapaces chitineuses qui recouvrent l'eau après criblage. *Monopsilus dispar* et *Iliocryptus* doivent être recherchés dans la vase avec le microscope binoculaire.

11. *Amphipodes.* — Visibles à l'œil nu.

12. *Hydracarines.* — Nagent rapidement après la précipitation du limon ; les Halacarides, très lentes, ne s'aperçoivent qu'au microscope.

13. *Larves d'insectes.* — Apparaissent en grand nombre après le criblage ou pendant la précipitation de la vase.

14. *Mollusques.* — Les Limnées montent sur les parois du cristallisoir ; les Pisidies se trouvent en grand nombre après criblage.

Nos dragages.

Ils ont été commencés le 27 mars 1917 sur le bateau du laboratoire de zoologie « Leptodora » mis obligeamment à notre disposition par M. le professeur Fuhrmann. Ils se sont poursuivis à peu près régulièrement tous les 8 ou 15 jours, surtout pendant la période juin-novembre 1917 et mars-juin 1918. Ils sont au nombre de 78.

En outre, M. Fuhrmann avait effectué 31 dragages de 1901 à 1911, dont les résultats ont été réunis aux nôtres. La liste complète des dragages, classés par ordre chronologique, s'établit donc ainsi :

1° *Dragages de M. Fuhrmann :*

1901	25 mai	1 dr. à 78 m.
	14 octobre	4 dr. à 50, 104, 70, 99 m.
1902	11 mars	3 dr. à 53, 82, 75 m.
	20 mai	1 dr. à 114 m.
	2, 16, 29 juin	3 dr. à 120, 82, 66 m.
1908	24 mars	4 dr. à 40, 65, 75, 35 m.
	9, 10 avril	5 dr. à 37, 20, 40, 44, 54 m.
	17 mai	1 dr. à 60 m.
	14 octobre	4 dr. à 78, 104, 114, 120 m.
1911	21 mars	2 dr. à 35, 60 m.
	? avril	3 dr. à 20, 35, 50 m.

2° *Nos dragages :*

1917	27 mars	2 dr. à 30, 60 m.
	27 avril	4 dr. à 10, 30, 47, 80 m.
	10, 23 mai	3 dr. à 34, 85, 60 m.
	4, 14, 25 juin	10 dr. à 25, 33, 42, 44, 60, 72, 72, 77, 95, 105 m.
	25 juillet	4 dr. à 51, 60, 69, 88 m.
	6, 13 août	7 dr. à 11,5*, 12*, 17*, 26*. 65, 81, 127 m.
	3, 10, 17, 24 sept.	11 dr. à 30, 40, 41, 45, 50, 52, 65, 67, 72, 84, 144
	16, 24 octobre	6 dr. à 30, 45, 59, 59, 67, 70 m.
	1, 19 novemb.	9 dr. à 8*, 9*, 12*, 16*, 22*, 35, 50, 85, 90 m.
1918	8, 27 février	6 dr. à 34, 53, 84, 110, 112, 122 m.
	17 mars	2 dr. à 109, 120.
	10, 25 avril	5 dr. à 23, 33, 35, 44, 103 m.
	2, 10 mai	7 dr. à 34, 35, 73, 125, 133, 135, 139 m.
	4 juin	2 dr. à 45, 72* m.

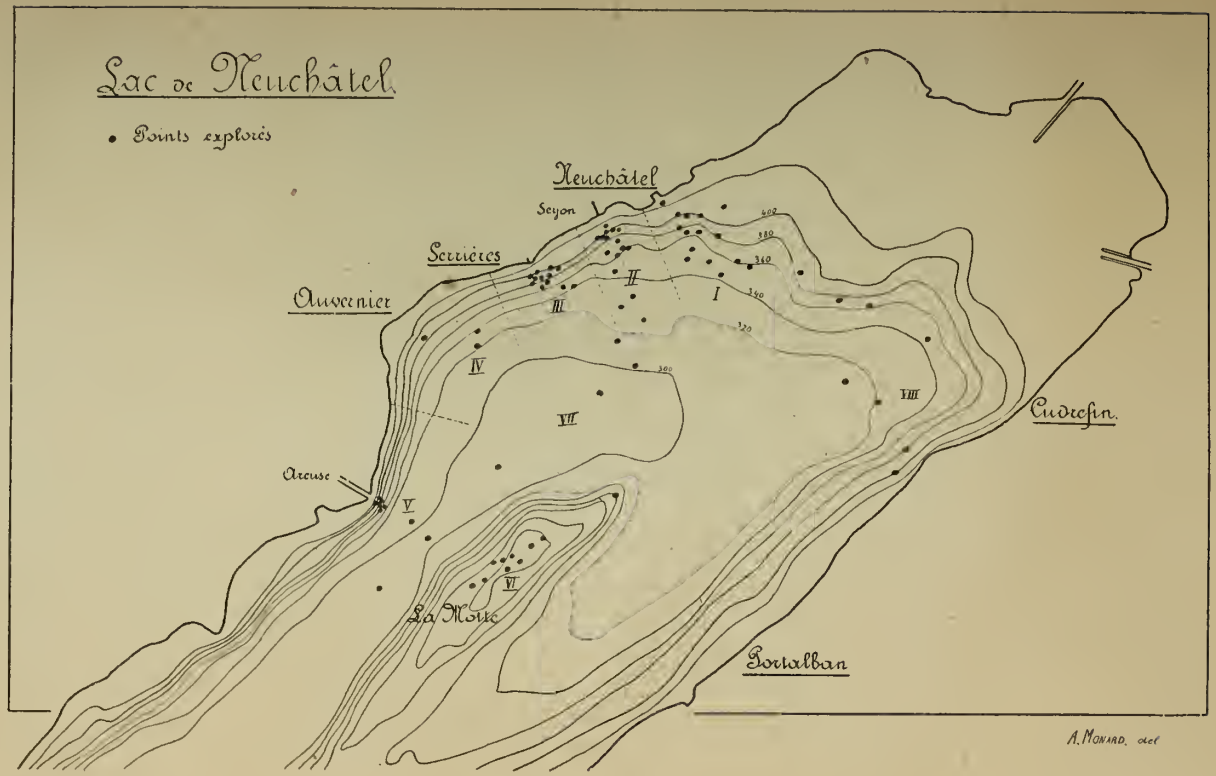
Classés par profondeur, ces dragages s'établissent ainsi :

(F = dragages de M. Fuhrmann. M = nos propres dragages).

Profondeurs	F.	M.	Total	Profondeurs	F.	M.	Total
1 à 9 m	—	2*	2	80 à 89 m	2	7	9
10 à 19 m	—	6*	6	90 à 99 m	1	2	3
20 à 29 m	2	4	6	100 à 109 m	2	3	5
30 à 39 m	4	12	16	110 à 119 m	2	2	4
40 à 49 m	3	9	12	120 à 129 m	2	4	6
50 à 59 m	4	7	11	130 à 139 m	—	3	3
60 à 69 m	4	8	12	140 à 153 m	—	1	1
70 à 79 m	5	8	13	Totaux :	31	78	109

La grande surface du lac (215 km²) exigerait un nombre énorme de dragages ; dans l'impossibilité de les effectuer, nous avons pensé qu'il valait mieux les restreindre à une région déterminée et l'examiner à fond. Le tableau de la faune profonde est ainsi moins étendu, mais beaucoup plus fouillé. C'est pourquoi la plupart de nos dragages ont été effectués dans les environs de Neuchâtel ; ceux de M. Fuhrmann, qui ne portent pas l'indication du lieu, ont aussi été faits dans la même région.

* Dragages effectués à la Motte.


Lac de Neuchâtel
• Points explorés
Neuchâtel
Seyon
Serrières
Auvernier
Areuse
La Motte
Portalban
Cudrefin
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
400
380
360
340
320
300
A. Monard del

Vis-à-vis de Neuchâtel,	32	dragages.
Vis-à-vis de Serrières,	12	»
Région de Cudrefin-Portalban,	8	»
Plat-fond ; fosse profonde,	3	»
Fosse Motte-rive gauche,	4	»
Cône de l'Areuse,	6	»
Motte,	10	»
Région d'Auvernier,	3	»
Total	78	»

La répartition verticale des pêches montre que les dragages les plus nombreux ont été effectués entre 30 et 40 m. Il importe en effet d'étudier très attentivement cette zone qui marque le passage entre les régions littorale et profonde. Des essaims, îlots ou cités d'individus y habitent, ce qui oblige le naturaliste à multiplier ses recherches. — Mais dans la profondeur, la faune devient de plus en plus uniforme ; ces îlots d'espèces rares diminuent et s'étendent en surface, si bien qu'un petit nombre de prises permettent de l'étudier suffisamment.

Le tableau par ordre chronologique montre une répartition assez régulière des pêches dans 10 mois de l'année. Il n'y a là aucune nécessité, les variations saisonnières ne se faisant pas sentir — à l'exception des larves, des Cladocères et de quelques Cyclops — dans les profondeurs.

Les différents procédés que nous avons exposés plus haut n'ont pas été découverts au commencement de nos recherches. Chaque fois que l'un d'eux était mis en action, il en résultait un accroissement dans le nombre d'espèces trouvées. La statistique ci-dessous est curieuse à cet égard.

Dragages n°	1 à 10	Nombre moyen d'espèces par dragage			17
»	» 11 à 20	»	»	»	22
»	» 21 à 30	»	»	»	27
»	» 31 à 40	»	»	»	34
»	» 41 à 50	»	»	»	33
»	» 51 à 60	»	»	»	37
»	» 61 à 70	»	»	»	38
»	» 71 à 78	»	»	»	38

La moyenne générale par dragage est de 30 ; celui qui nous a donné les résultats les plus faibles a livré 8 espèces et le plus richement peuplé 62.

Parmi les dragages de M. Fuhrmann, les uns n'ont été étudiés qu'en vue de recueillir les Turbellaires ou les Entomostracés ; quelques-uns n'ont rien livré. Tous les nôtres par contre ont présenté des individus en nombre plus ou moins considérable.

III. LA FAUNE

Nous renonçons ici à donner un tableau général des espèces ; leur grand nombre, la diversité des questions qui se posent pour chacun des groupes rendraient leur consultation compliquée et leur maniement malaisé. Par contre, l'étude de chacun des groupes débutera par un tableau résumant les indications principales relatives à chaque espèce.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, rappelons le sens des termes employés :

Région littorale, de 1 à 5 m.
Région sublittorale, de 5 à 25 m.
Région semi-profonde, de 25 à 60 m.
Région profonde, de 60 à 153 m.

Une espèce *eurybathe* fréquente indistinctement toutes les profondeurs ; une espèce *sténobathe* est restreinte à une zone. *Cosmopolite* signifie : répandu dans tous les pays. *Ubiquiste* veut dire : qui fréquente tous les milieux d'un pays. *Répandu* = disséminé sur une vaste surface indépendamment de la notion de quantité. *Fréquent* et *abondant* font allusion à la quantité des individus.

cc = très commun.	*r* = rare.
c = commun.	*rr* = très rare.

L'ordre des groupes est celui du « Lehrbuch der Zoologie » de Claus-Grobben, édition 1917. L'ordre des espèces et la nomenclature sont ceux du *Catalogue des invertébrés* pour les fascicules déjà parus — ou des revisions de Hofmänner et von Hofsten pour les Nématodes et les Turbellaires — du Tierreich à défaut d'autres publications.

1. Flagellés.

Les Flagellés sont rares dans la faune profonde où les conditions de vie semblent les exclure complètement ; quelques individus trouvés dans le cône de l'Areuse n'ont pu être déterminés.

1. *Peranema trichophorum* (Ehrenb.) trouvé une fois à 40 m. dans un des dragages de M. Fuhrmann (1908).

2. *Peridinium* sp. mentionné dans un dragage de M. Fuhrmann, à 20 m.

3. *Cephalothamnion cyclopum* Stein. fut trouvé à des profondeurs de 12 à 23 m. sur *Cyclops viridis*, *C. fimbriatus*, *Canthocamptus echinatus* et *C. staphylinus*. 8 dragages nous l'ont révélé souvent en grande abondance.

2. Rhizopodes.

Le rôle important que jouent les Sarcodinés dans l'économie de la profondeur des lacs a été mis en relief par les belles recherches de Penard qui s'est spécialement consacré à leur étude dans le Léman ; cependant cet auteur a effectué dans notre lac quelques dragages (1899, 1908) dont les résultats figurent plus loin avec les nôtres.

La recherche suivie des Rhizopodes n'a été entreprise que dans 25 dragages dans nos recherches.

Penard, à plusieurs reprises (1899, p. 139), insiste sur les ressemblances des faunes rhizopodiques des lacs suisses et suédois. Les recherches faites depuis lors ont confirmé ses vues ; toutes les espèces trouvées ailleurs l'avaient déjà été dans le Léman, à l'exception de *D. hydrostatica*. Nos recherches de ce fait se trouvent simplifiées ; les conclusions de Penard s'appliquent sans autre aux lacs suisses.

Réunissant les données de la profondeur, le tableau général montre la diminution graduelle du nombre d'espèces à mesure que l'on descend :

55	espèces	dépassent	20 m.	27	espèces	dépassent	90 m.
52	»	»	30 m.	25	»	»	110 m.
36	»	»	40 m.	24	»	»	120 m.
33	»	»	50 m.	24	»	»	130 m.

Rhizopodes [1]	Prof.	Drag.	%	Nouveaux	Auteurs
1. *Pelomyxa palustris*, Greeff	35 m.	1	—	*	Penard 1908a
2. *Difflugia pyriformis*, Perty	9-139	25	100		Pen. 1899, 1908a
3. » » var. *nodosa*, Leidy	139	1	4	+	
4. » » var. *claviformis*, Pen.	35-85	3	12	+	
5. » » var. *lacustris*, Penard	16-133	12	48		
6. » » var. *atricolor*, Penard	22	1	4	+	Penard 1899
7. *Difflugia acuminata*, Ehrenberg.	22-120	4	16		Penard 1908a
8. » » var. *inflata*, Penard	40-110	2	8		Penard 1899, 1908a
9. *Difflugia elegans*, Penard	22	1	4	+	
10. » » var. *teres*, Penard	22-139	13	52	+	
11. » *curvicaulis*, Penard	22-139	6	24		Penard 1908a
12. » *scalpellum*, Penard	22	1	4	+	
13. » *fallax*, Penard	8-139	10	40		Penard 1899
14. » *molesta*, Penard	133-135	2	8	+	
15. » *lanceolata*, Penard	35-139	4	16	+	
16. » *mammillaris*, Penard	34-40	1	4		Penard 1899
17. » *globulosa*, Duj.	9-139	12	48		Penard 1899, 1908a
18. » *Lemani*, Blanc	22-139	11	44		Penard 1899
19. » *avellana*, Penard	34-139	6	24	+	
20. » *urceolata*, Carter	40-90	1	4		Penard 1899, 1908a
21. » *lebes*, Penard	9-135	9	36		Penard 1899.
22. » *elongata*, Penard	35	1	4	*	Penard 1908a
23. » *hydrostatica*, Zach	34-139	5	20		Penard 1899, 1908a
24. » *lobostoma*, Leidy	35-133	2	8		Penard 1908a
25. » *limnetica*, (Levander)	35-139	4	16	+	
26. » *amphora*, Leidy	35-103	2	8		Penard 1908a
27. » *tuberculata*, Wallich.	103-135	2	8	+	
28. » *constricta*, (Ehrb.)	9-139	18	72		Penard 1899
29. » *histrio*, Penard	35	1	—	*	Penard 1908a
30. *Centropyxis aculeata*, Stein.	8-139	14	56		Penard 1908a
31. » » var. *discoïdes*, Pen.	8-90	2	8	+	
32. » *laevigata*, Penard	90	1	4	+	
33. *Pontigulasia bigibbosa*, Penard	22-135	10	40		Penard 1908a
34. *Lecquereusia modesta*, Rhumb.	35	1	—	*	Penard 1908a
35. *Hyalosphenia punctata*, Penard	?	?	—		Zschokke 1911
36. *Nebela vitrea*, Penard	90	1	4	+	

[1] La première colonne indique les profondeurs extrêmes où a été trouvée l'espèce ; la 2me le nombre de dragages où on l'a constatée ; la 3me le % des dragages (calculé avec le nombre des dragages explorés au sujet des Rhizopodes) ; la 4me les espèces non encore trouvées dans le lac ; la 5me le premier auteur qui l'a signalée dans notre lac.

* Espèce non trouvée par nous.

Rhizopodes	Prof.	Drag.	%	Nouveaux	Auteurs
37. *Quadrula irregularis*, Archer	35	1	—	*	Penard 1908a
38. *Heleopera petricola* v. *amethysta*, Pen.	35-133	3	12		Penard 1908a
39. » *cyclostoma*, Penard	9-139	6	24	+	
40. *Arcella vulgaris*, Ehrb.	90	1	4	+	
41. *Phryganella nidulus*, Penard	35	1	—	*	Penard 1908a
42. » *hemisphaerica*, Pen.	44-135	4	16	+	
43. *Pseudodifflugia archeri*, Penard	35	1	—	*	Penard 1908a
44. *Campascus triqueter*, Penard	35-40	2	—	*	Penard 1899, 1908a
45. » *minutus* Penard	35-40	2	—	*	do
46. *Cyphoderia ampulla*, Ehrb.	9-40	2	8		do
47. » » var. *major*. Pen.	22-135	7	28		do
48. » *calceolus*, Penard	40-44	3	12		Penard 1899
49. » *trochus*, Penard	35-139	4	16		Penard 1908a
50. » *laevis*, Penard	35	1	—	*	do
51. » *myosurus*, Penard	35	1	—	*	do
52. *Euglypha alveolata*, Dujard.	35	1	—	*	do
53. *Sphenoderia lenta*. Schlumb	35	1	—	*	do
54. *Trinema lineare*, Penard	44	1	—	*	Fuhrmann
55. *Gromia squammosa*, Penard	40-44	1	—	*	Penard 1899

Un grand nombre d'espèces vivent donc encore dans les plus grandes profondeurs. La chute brusque entre 30 et 40 m. est due au fait que les dragages de Penard, qui ont enrichi notre liste de 14 espèces, ont été effectués à 35 et 40 m.

La faune suisse rhizopodique compte en Suisse, d'après Penard (1905), 295 espèces réparties en 73 genres. Nos listes présentent 47 espèces et 18 genres ; en ajoutant à ces chiffres ceux de Godet (1900), on obtient le tableau suivant :

	A. Faune suisse	B. F. du lac	C. F. profonde	Rapports B : A	C : A	C : B
genres	73	21	18	29 %	25 %	86 %
espèces	295	56	47	19 %	16 %	84 %

Les coefficients génériques [1] sont respectivement 0,247 — 0,375 — 0,383. Ils augmentent à mesure que le milieu devient plus uniforme. — Remarquons encore que par rapport aux autres groupes, ces coefficients sont faibles ; cela tient au grand nombre d'espèces que contient le g. *Difflugia*.

[1] Rapport du nombre de genres au nombre d'espèces dans un groupe.

Penard divise les Rhizopodes en deux catégories : 1° les espèces erratiques, « types plutôt littoraux, représentés par un petit nombre d'individus qui paraissent égarés dans la profondeur » et les espèces caractéristiques, « les plus nombreuses en individus et qui donnent à la faune rhizopodique profonde sa physionomie particulière ». Cherchons donc, d'après ses indications, à répartir nos espèces en ces deux groupes ; le chiffre de fréquence est indiqué pour chaque espèce.

Espèces erratiques.

Pelomyxa palustris	1
Difflugia pyriformis	25
» » v. *nodosa*	1
» » v. *atricolor*	1
» *acuminata*	4
» *elegans*	1
» *fallax*	10
» *molesta*	2
» *lanceolata*	4
» *globulosa*	12
» *avellana*	6
» *arceolata*	1
» *lobostoma*	2
» *limnetica*	3
» *tuberculata*	2
» *constricta*	18
Centropyxis aculeata	14
» *discoïdes*	2
» *laevigata*	1
Lecquereusia modesta	1
Quadrula irregularis	1
Heleopera cyclostoma	6
Arcella vulgaris	1
Phryganella hemisphaerica	4
» *nidulus*	1
Cyphoderia ampulla	2
Euglypha alveolata	1
Sphenoderia lenta	1
Trinema lineare	1
Fréquence moyenne	4.45

Espèces caractéristiques.

Difflugia pyrifor. claviformis	3
» » *lacustris*	12
» *acuminata inflata*	2
» *elegans teres*	13
» *curvicaulis*	6
» *scalpellum*	1
» *mammillaris*	1
» *Lemani*	11
» *lebes*	9
» *elongata*	1
» *hydrostatica*	5
» *amphora*	2
» *histrio*	1
Pontigulasia bigibbosa	10
Hyalosphenia punctata	1
Nebela vitraea	1
Heleopera petricola amethysta	3
Pseudodifflugia Archeri	1
Campascus triqueter	2
Cyphoderia minutus	2
» *ampulla major*	7
» *calceolus*	3
» *trochus*	4
» *laevis*	1
» *myosurus*	1
Gromia squammosa	1
Fréquence moyenne	4

Ainsi qu'on le voit, l'observation de Penard (1908, p. 462) que « cette liste (la sienne) contient, plus qu'on n'est habitué à le constater dans les lacs à cette profondeur (35 m.), un mélange de la faune caractéristique profonde et de la faune des rivages ou des plaines », est pleinement justifiée. 29 espèces de fréquence 4,45 s'opposent à 26 de fréquence 4 ; nous retrouverons ce caractère hybride dans la répartition des autres groupes d'animaux et nous essayerons d'en donner une explication dans la partie générale.

Mais, au sujet de cette répartition en espèces erratiques et caractéristiques, remarquons ceci :

D. pyriformis, *D. constricta*, *C. aculeata*, les trois formes les plus fréquentes et les plus abondantes jusqu'à 139 m. sont cependant comptées parmi les espèces erratiques. Ces espèces sont, il est vrai, cosmopolites et ubiquistes ; mais c'est justement à cause de ces qualités qu'elles peuvent descendre et se propager dans la profondeur du lac. Elles n'y sont nullement erratiques, mais acclimatées parfaitement. — Le cas opposé existe aussi : *D. scalpellum*, fort rare au Léman, rare aussi dans notre lac, est décorée du titre de caractéristique, qui implicitement contient l'idée de fréquence. Ce terme doit donc être réservé aux espèces abondantes dans la faune profonde, mais absentes ou exceptionnelles ailleurs ; de même le terme d'erratique ne doit s'appliquer qu'aux espèces fréquentes dans le littoral ou dans les étangs et rencontrées par hasard dans la profondeur, comme *Arcella vulgaris* par exemple. *D. elegans* et sa variété *teres* s'opposent aussi l'une à l'autre ; la première habite le rivage, la Motte, et descend occasionnellement dans la profondeur, à 40 ou 50 m. La seconde se cantonne au-dessous de 30 m. où elle est très fréquente et très abondante.

Les résultats de Fehlmann sont d'accord avec les miens : ses espèces les plus fréquentes sont *D. fallax*, *D. constricta* et *C. aculeata*, tandis que les espèces caractéristiques sont rares ou très rares. Cependant cet auteur n'a tiré aucune conclusion de ce fait et se contente de le signaler.

Penard (1899, p. 23) a constaté que les Difflugies profondes du Léman présentent très souvent des formes indécises d'une détermination impossible. La même observation a été faite dans les nôtres ; sur 3 ou 4 individus, un seul peut être déterminé avec suffisamment de rigueur. James Murray, étudiant les Sarcodinés au Loch Ness, trouve aussi le même fait et conclut à une convergence des espèces sous

l'influence des conditions abyssales : obscurité, pression, température. Il y a, semble-t-il, une tendance au mélange des caractères des espèces, à laquelle nous devrons revenir.

Origine. — Penard admet d'abord que les Rhizopodes profonds dérivent directement d'une faune glaciaire sténotherme, répandue dans les eaux froides des espaces interglaciaires. Au retrait progressif du glacier a correspondu une universelle augmentation de la température ; incapables de supporter cette augmentation (qui en fait ne dépasse pas quelques degrés), ces Rhizopodes ont émigré dans la profondeur de nos lacs, dans les sources froides et les hauts lacs alpins où ils se sont maintenus jusqu'à nos jours. Zschokke, d'accord jusqu'ici avec Penard, conclut avec lui à l'existence d'une « fauna relicta glacialis ». Cependant Penard, retrouvant dans le littoral la plupart de ses Rhizopodes profonds, constatant que beaucoup d'entre eux ont été trouvés dans les mousses (*D. pyriformis* var. *lacustris*, et *D. Lemani*, *Cyphoderia ampulla-major*, etc., Heinis) est revenu de son opinion. « L'origine des Rhizopodes profonds, dit-il, demeure inexpliquée et seule l'exploration de lacs d'autres régions pourra jeter un peu de lumière sur cette question. »

Zschokke, pour maintenir son point de vue, s'oppose aux opinions de Murray citées plus haut, qui impliquent l'idée d'une origine littorale. Elles peuvent cependant se soutenir, mais en substituant aux facteurs de Murray, qui cadrent mal avec les conditions des sources et des lacs alpins, ceux de pureté de l'eau, absence de débris en décomposition. Ces conditions sont réalisées ordinairement par les basses températures, dans le fond des lacs, dans les lacs alpins et les sources froides ; elles peuvent l'être occasionnellement dans le littoral, mais sont exclues des eaux croupissantes, des étangs, des cônes de déjection des rivières. On pourrait aussi leur ajouter, comme l'a fait Thienemann, la teneur élevée en oxygène (voir : Insectes, p. 110). Beaucoup de formes profondes, en effet, évitent le cône de l'Areuse. Il n'y a plus lieu, dans cette simple hypothèse, d'invoquer une origine glaciaire et nordique, une sténothermie sévère qui cadre mal avec les idées évolutionnistes actuelles : les conditions chimiques du milieu, le régime alimentaire carnivore ou limivore suffisent à expliquer pourquoi certaines formes se sont cantonnées dans les profondeurs de nos lacs.

3. Infusoires.

Les profondeurs des lacs ont passé longtemps comme très pauvres en Infusoires. Ainsi Duplessis n'en cite que sept espèces, pour la plupart des Péritriches fixés ; cependant Roux (1900), opérant à 25 et 30 m. dans le Léman, y découvre 28 espèces sûrement adaptées à ces profondeurs, — Fehlmann, dans le lac de Lugano, étudie 27 espèces dont 6 fixées, et Zschokke, qui ne signale dans le lac des Quatre-Cantons que 8 espèces toutes fixées, en énumère, dans sa monographie de la faune profonde, 50 espèces trouvées pour la plupart à des profondeurs inférieures à 30 m. Enfin André (1912) en indique au total 65 espèces.

Ces données si diverses s'expliquent facilement par la difficulté d'apercevoir dans la vase quelques infusoires disséminés. Ils existent toutefois et probablement en grand nombre dans la faune profonde, mais une méthode technique pour les rassembler manque encore. André, étudiant les infusoires du plankton profond, emploie la machine à centrifuger ; cette méthode n'est guère applicable à la vase des profondeurs.

La liste ci-dessous, si nombreuse, provient du fait que nous avons étudié avec beaucoup de soin les péritriches fixés et que nous avons trouvé, dans les dragages du cône de l'Areuse, de véritables cultures d'infusoires, fort peuplées.

Notons encore qu'il est prudent de ne retenir, comme faisant partie de la faune profonde, que les espèces parues immédiatement après le dragage.

La plupart de ces espèces sont cosmopolites et se rencontrent notamment dans le littoral du lac.

Les infusoires fixés (ectoparasites et commensaux) ont été particulièrement étudiés. Leur abondance est parfois telle, sur un même hôte, que celui-ci ressemble à un buisson ambulant. Ce résultat oppose certainement nos Entomostracés du fond à ceux des cavernes qui, d'après Graeter (1910), sont rarement munis de parasites. Par contre, les débris immergés n'ont presque pas montré de péritriches fixés et alors toujours des *Vorticelles* ; le repos absolu des eaux s'oppose en effet à la respiration des formes immobiles sur leur pédicelle comme les *Epistylis* ; mais les *Vorticelles*, à cause de leurs contractions brusques, peuvent exister sur des débris immobiles même dans de l'eau au repos. Les infusoires à pédicelle non contractile choisissent de préférence les Copépodes

Infusoires	Profondeurs	Drag.	Nouveaux[1]	Autres lacs
1. *Holophrya simplex*, Schéwiakoff	67-90	2		Léman
2. *Prorodon teres*, Ehrenberg	73	1		Léman
3. *Lionotus anser*, (Ehrenberg)	35-40	2	*	
4. *Dileptus anser*, (O. F. Müller)	40-125	3		Annecy
5. *Trachelius ovum*, Ehrenberg	35	1	+	
6. *Chilodon cucullulus*, O. F. Müller	73	1		Léman
7. *Glaucoma scintillans*, Ehrenberg	35-90	2		Léman, Lugano
8. *Ophryoglena atra*, Lieberkühn	73-90	2	+	
9. *Ophryoglena flava*, Ehrenberg	133-	1		Léman
10. *Epalxis mirabilis*, Roux	40	1	*	Lugano
11. *Paramecium aurelia caudatum*, O. F. M.	23-73	4	+	
12. *Lembadion bullinum*, O. F. Müller	73	1	+	
13. *Cyclidium*, sp.	40	1	*	Achen, Côme
14. *Metopus sigmoïdes*, Cl. et Lach	20-73	3	+*	
15. *Spirostomum ambiguum*, Ehrenb.	23-73	6		Léman, Lugano
16. *Spirostomum teres*, Cl. et Lach	40-73	3	*	Léman, Lugano
17. *Stentor cœruleus*, Ehrenberg	23-73	4		Léman, Annecy
18. *Stentor polymorphus*, (O. F. Müller)	23-52	3		Léman
19. *Uroleptus*, sp.	53	1	*+	
20. *Oxytricha petionella*, (O. F. Müller)	35	1		Léman
21. *Stylonychia mytilus* (O. F. Müller)	65	1	*	Léman, Achen
22. *Euplotes patella*, (O. F. Müller)	26-52	2	+	
23. *Anhymenia Steini*, Clap. et Lach	52-125	4	+	
24. *Vorticella cucullus*, Fromentel	40	1	*+	
25. *Vorticella alba*, Fromentel	40-80	2	*+	
26. *Vorticella campanula*, Ehrenb.	34-120	5		Quatre-Cantons
27. *Vorticella*, sp.	8-144	28		
28. *Carchesium epistylidis*, Cl. et Lach	30	1	+	
29. *Epistylis violacea*, mihi	25-135	6	+	
30. *Epistylis digitalis*, Ehrenberg	84-135	3	+	
31. *Epistylis plicatilis*, Ehrenberg	30-103	6	+	
32. *Epistylis umbilicata*, Cl. et Lach	51-112	3		Lugano
33. *Epistylis branchiophila*, Perty	9-109	3		Léman
34. *Epistylis anastatica*, Linné	11,5-88	3		Quatre-Cantons
35. *Epistylis invaginata*, Cl. et Lach	67-85	3	+	
36. *Epistylis nymphæarum*, Engel	40	1		Quatre-Cantons
37. *Epistylis lacustris*, Imhof	30-125	5		Léman, Constance
38. *Epistylis*, sp.	11,5-103	13		

[1] * Trouvé seulement par M. Fuhrmann. + Nouveau pour la faune profonde.

Infusoires	Profondeurs	Drag.	Nouveaux [1]	Autres lacs
39. *Rhabdostyla ovum*, Kent	12-139	35	+	
40. *Rhabdostyla inclinans*, d'Udek	17	1	—	
41. *Rhabdostyla brevipes*, Clap. et Lach	33-52	5		Léman
42. *Rhabdostyla*, sp.	88-105	2	+	
43. *Opercularia articulata*, (Ehrenb.)	52	1	—	
44. *Opercularia nutans* (Ehrenb.)	25	1		Annecy, Lüner
45. *Opercularia*, sp.	72	1		
46. *Pyxidium cothurnioides*, Kent	33-144	11		Quatre-Cantons
47. *Cothurniopsis canthocampti*, mihi	12-88	19	+	
48. *Lagenophrys ampulla*, Stein	12-139	29	+	
49. *Lagenophrys vaginicola*, Stein	23-33	2	+	
50. *Tokophrya cyclopum*, Cl. et Lach	11,5-127	27		Léman, Quatre-Cantons
51. *Acineta tuberosa*, Ehrenb.	45-90	3		Neuch. (Godet 1900)

agiles ; ainsi les *Canthocamptus crassus* et *staphylinus*, toujours en mouvement, sont porteurs de *Cothurniopsis canthocampti* qui manque sur *Canthocamptus schmeili.*

23. *Anhymenia steini.* — Peu fréquente, cette espèce, toujours trouvée sur *Dendrocoelum lacteum*, est, à proprement parler, le seul ectoparasite trouvé. Ses dimensions étaient : diamètre 33 à 35 μ, sa hauteur 15-18 μ (dimensions habituelles 38-50 μ et 10 à 15 μ).

24 à 27. *g. Vorticella.* — Très complexe, ce genre mériterait une revision systématique complète ; la détermination des espèces est toujours difficile à cause des formes intermédiaires. Les espèces déterminées spécifiquement ne l'ont été que sur des exemplaires bien caractéristiques ; partout où un doute subsistait, nous avons évité l'attribution spécifique. *V. alba* et *cucullus* sont mentionnées par M. Fuhrmann sans indication de porteur. *V. campanula*, commune partout, a été trouvée sur *Cyclops serrulatus*, *Iliocypris lacustris*, *Limnicythere Sancti-Patrici*, et sur une larve d'*Ephémère.* Une belle colonie sphérique, de 3 mm. de diamètre, fut trouvée une fois sur un débris à 34 m. Les *Vorticella* sp. ont été vues sur les *Chironomides*, *Cyclops*, *Cytheridea lacustris*, *Candona neglecta* et *candida*, *Canthocamptus crassus*, *Pleuroxus uncinatus*, *Molanna angustata.* Notons encore la fréquence des vorticelles sur les Cytheridées peu mobiles, ce qui vient à l'appui de nos observations précédentes.

28. *Carchesium epistylidis* s'est trouvé une seule fois sur *Iliocryptus sordidus*. Les listes de M. Fuhrmann mentionnent un *Carchesium* sp. sans indication de porteur.

29-38. *g. Epistylis.* — Les espèces de ce genre, fort nombreuses dans la faune profonde puisque presque chaque *Cyclops* et larve d'insecte en sont couverts, passent les unes aux autres par des intermédiaires insensibles. Bien plus, nous avons trouvé des passages avec le genre *Rhabdostyla ;* ainsi sur un *Tubifex*, de nombreux péritriches, à corps tous semblables, s'étaient développés ; les uns étaient portés par un pédicelle simple, plus ou moins long, les autres par un pédicelle divisé en 2, 3 ou plus. — Seules les formes bien caractérisées ont été déterminées spécifiquement. — *E. violacea*, la plus caractéristique du genre, se tient uniquement sur la tête des Chironomides. — *E. digitalis* fut trouvée sur *Cyclops serrulatus ; E. plicatilis* sur *Tubifex velutinus* (1 fois), mais surtout sur les *Tanytarsus* et autres Chironomidès ; *E. umbilicata* sur les larves de *Chironomides ; E. anastatica* sur *Cyclops fimbriatus, C. serrulatus, C. viridis ; E. invaginata* sur les Chironomides ; *E. lacustris* sur *Candona neglecta, Cyclops fimbriatus* et *C. serrulatus.* — *E. branchiophila*, fort reconnaissable à la dichotomie irrégulière de son pédicelle, fut constatée, toujours plus petite que le type sur les larves de *Molanna* et sur les bouquets de poils préanaux des *Tanytarsus.* Elle n'est indiquée jusqu'à présent que sur les larves de Phryganes. *E. nympharum* est mentionnée par M. Fuhrmann sans indication de porteur. Enfin des colonies non déterminées spécifiquement étaient fixées sur *Cyclops fimbriatus, Limnicythere Sancti-Patrici*, et les Chironomides.

39-42. *g. Rhabdostyla.* — Nous avons vu qu'il peut passer au *g. Epistylis* et qu'il est impossible de distinguer un *Epistylis* jeune d'un *Rhabdostyla.* Les Protozoaires de la faune profonde *(Difflugia, Epistylis, Rhabdostyla* surtout) manifestent souvent cette même tendance à la confusion des espèces. *R. ovum* s'est trouvée fréquemment sur des hôtes divers, *C. fimbriatus, C. viridis, Candona candida* et *neglecta*, où elle existe parfois en nombre considérable, *Cypria ophtalmica, Alona affinis, Iliocryptus acutifrons, Canthocamptus échinatus*, Chironomides. — *R. brevipes*, dont le pédicelle varie dans d'assez grandes limites, fréquente de préférence *Cyclops fimbriatus, Canthocamptus minutus, Alona affinis* et les Chironomides. — *R. inclinans* a été vu une fois sur *Tubifex.* — Enfin, nous avons trouvé deux fois, à 88 m. et 105 m., un

Rhabdostyla d'espèce nouvelle. Le corps, absolument sphérique, mesure de 24 à 27 μ de diamètre ; le bourrelet du péristome continue les parois du corps et contribue à donner au tout cette forme sphérique si caractéristique. Le pédicelle est simple, rigide, très long, 4 à 5 fois plus que l'animal, lisse ou strié en travers. Nous n'avons pas voulu créer une espèce sur deux exemplaires, fixés sur *Cyclops viridis*.

43-45. *g. Opercularia.* — Plus rare que les 3 genres précédents ; nous avons trouvé : *O. articulata* sur la plaque chitineuse d'une *Helobdella stagnalis*, à 52 m. — *O. nutans* sur un Chironomide. — *Opercularia* sp. sur *Cypria ophtalmica*.

46. *Pyxidium cothurnioides*, plus fréquent qu'*Opercularia*, se trouve sur *Cyclops fimbriatus*, *viridis*, *Canthocamptus staphylinus*, mais surtout sur *Cypria ophtalmica*. Un *Cyclops fimbriatus* s'est trouvé porter à la fois *P. cothurnioides*, *Rh. ovum* et *E. lacustris*, tandis qu'ordinairement une seule espèce s'installe sur le même commensal.

47. *Cothurniopsis Canthocampti*[1], que nous avons créé, est très fréquent sur les diverses espèces de *Canthocamptus* où il se fixe sur la furca, l'abdomen ou les pattes. Un même hôte en peut porter 8 à 10 exemplaires. Une seule fois, il s'est rencontré sur *C. schmeili*, ce qui vient à l'appui de ce que nous avons dit plus haut.

48. *g. Lagenophrys.* — Une petite espèce de ce genre, demi-sphérique, habite très fréquemment les valves de *Cypria ophtalmica*, beaucoup plus rarement (2 fois) celles de *Candona*. Nous en avons trouvé jusqu'à 15 exemplaires sur le même hôte. André (1912, p. 191, note) met en doute la présence de *L. ampulla* sur les *Cypris ;* notre forme est absolument circulaire ; ses dimensions 75-80 μ, la structure de sa bouche, tout semble indiquer que nous avons affaire à *L. ampulla* et non *L. labiata*.

49. *L. vaginicola.* — De beaux exemplaires de cette espèce ont été étudiés sur les soies furcales de *Canth. staphylinus*. Leurs dimensions étaient un peu inférieures au type, 66×38 μ au lieu de 70×42 μ.

50. *Tokophrya cyclopum.* — Cet acinétien vit fixé surtout sur *C. viridis*, parfois sur *C. fimbriatus*, très rarement sur *Candona neglecta*. Il est parfois en très grand nombre sur un même hôte ; un *C. viridis* en portait 20 sur une deuxième

[1] Peut être identique à *Cothurnia plectostyla* Stokes, d'après E. Penard.

antenne et 35 sur une première antenne. Parfois des algues symbiotiques existent dans son intérieur. Le nombre des faisceaux de tentacules est ordinairement de 2 ; une fois quatre individus présentaient chacun 4 faisceaux, mais les autres caractères excluaient *T. quadripartita*, espèce à laquelle nous avons pensé tout d'abord.

51. *Acineta tuberosa*, trouvée à 3 reprises sur *Canthocamptus schmeili* ne possédait pas le renflement inférieur. Peut-être s'agit-il de *Acineta elegans* Imhof, mais la taille très petite nous a fait pencher pour *A. tuberosa*, déjà trouvée dans notre lac par Godet, à 20 m. de profondeur.

4. Hydrozoaires.

La présence d'une hydre rose de petite taille dans les profondeurs des lacs est déjà indiquée par Forel et Duplessis (1904), entre 200 et 300 m. Outre le Léman, ils la signalent encore dans les lacs de Neuchâtel, Bienne, Joux, Brenets, Zurich, Constance, etc. Zschokke l'a retrouvée à 35 et 45 m. dans le lac des Quatre-Cantons, et von Hofsten à 35 m. dans le lac de Thoune. Les recherches de Brauer ont établi que cette *Hydra rubra* n'était qu'une variété de *H. vulgaris* Pall, distinguée du type par des bras très courts, une taille plus petite, une couleur plus pâle ; on n'a jamais observé, dans ces hydres de la profondeur, la formation de produits sexuels et le bourgeonnement semble être l'unique mode de multiplication.

Nous avons trouvé *Hydra vulgaris* Pall à 12 m., 22 m., 30 m., 41 m. sur la Motte, devant Neuchâtel et Serrières, toujours en un petit nombre d'individus. M. Fuhrmann l'a aussi recueillie à 54 m. Elle est toutefois beaucoup plus répandue que ces chiffres semblent l'indiquer, mais toujours disséminée. Nous avons constaté, d'une manière indirecte, sa présence à 41 m., 45 m. et 67 m. En effet, un Turbellaire, *Microstoma lineare*, grand destructeur d'hydres, n'en assimile pas les nématoblastes ; ceux-ci émigrent à la surface du Turbellaire où ils fonctionnent comme sur leur possesseur légitime. De la présence de *Microstoma lineare* munis de nématoblastes aux profondeurs ci-dessus, on peut donc conclure à la présence d'*Hydra vulgaris* à ces stations.

Hydra vulgaris est cosmopolite ; la station la plus profonde indiquée est celle du lac Majeur à 350 m.

5. Turbellaires [1].

Le mérite d'avoir attiré l'attention des zoologistes sur ce groupe qui joue dans la biologie profonde un rôle important échoit à Forel qui trouve dès 1869 une riche faune de ces animaux dans la profondeur du Léman. Duplessis et von Graff étudient les matériaux de Forel, tout en se livrant de leur côté à des recherches suivies. En 1894, Fuhrmann ouvre « une nouvelle époque », suivant le mot de von Hofsten, dans l'étude de ces vers en découvrant 39 espèces dans les environs de Bâle. Plus tard Volz, Steinmann, von Hofsten, Keller continuent cette série de recherches d'une façon si magistrale qu'aujourd'hui la faune turbellarienne suisse est l'une des mieux connues du monde.

Dans notre lac, les Turbellaires ont été étudiés par Duplessis, par Volz qui en cite 18 espèces, par Fuhrmann qui décrit le curieux *Trigonostomum neocomense*. Les très nombreuses espèces que nous avons trouvées font du lac de Neuchâtel la station la plus riche de Suisse et peut-être du monde entier. Elles appartiennent aux Triclades (1 espèce), aux Rhabdocèles (26 espèces) et aux Allœocœles (2 espèces).

A cette liste on pourrait joindre encore *Stenostomum unicolor* O. Schm. et le mystérieux *Phonorhynchus lemanus* (Duplessis) cités tous deux par Duplessis.

La faune suisse, d'après von Hofsten, compte 66 espèces certaines de Rhabdocèles (et Allocèles) réparties en 25 genres, auxquelles il faut ajouter nos 7 espèces nouvelles pour la Suisse avec le genre *Provortex*. Nous avons donc :

Faunes :	A. suisse	B. du lac	C. profonde	Rapports :	B : A	C : A	C : B
genres	26	19	17		73 %	65 %	90 %
espèces	73	36	28		50 %	38 %	77 %

Les coefficients génériques, dont nous verrons plus tard l'importance, sont respectivement 0,35, 0,53 et 0,61.

Ainsi qu'il ressort des chiffres du tableau, on constate que le nombre d'espèces diminue avec la profondeur.

Au-dessous de	10 m. — 29	espèces	Au-dessous de	70 m. — 14	espèces
»	20 m. — 27	»	»	80 m. — 12	»
»	30 m. — 21	»	»	110 m. — 11	»
»	40 m. — 17	»	»	120 m. — 6	»
»	60 m. — 15	»	»	130 m. — 6	»

[1] Déterminés par M. le prof. Fuhrmann. Les espèces nouvelles seront décrites ultérieurement dans la *Revue suisse de zoologie*.

Turbellaires	Prof.	Dr.	Ind.	Nouveaux	lac suisse	prof.	Districts
1. *Dendrocoelum lacteum* (Müller)	20-139	44	c. c.				partout
2. *Stenostomum leucops*, (Ant. Duj.)	53	1	r				I *
3. *Microstomum lineare*, (Müller)	30-120	17	c				I, II, III
4. *Macrostomum appendiculatum*, (O. Fab.)	53	1	1				I
5. *Prorhynchus stagnalis*, M. Schultze	23-120	3	r	+			I, II
6. *Provortex lacustris*, n. sp. Fuhrm.	23-30	2	6	+	+	+	II
7. *Dalyellia armigera*, (O. Schm.)	35-40	2	2	+		+	I
8. » *fusca*, (Fuhrm.)	40	1	1	+		+	I
9. *Phaenocora clavigera*, v. Hofst.	30-33	2	3	+			II
10. *Opistomum pallidum*, O. Schm.	40	1	1	+		+	I
11. » *lacustris*, n. sp. Fuhrm.	30-120	5	5	+	+	+	I, II, VII
12. *Olisthanella nassonoffi*, L. Graf.	30	1	2	+	+	+	II
13. » *truncula*, (O. Schm.)	23	1	4				II
14. *Rynchomesostoma rostratum*, (Müller)	34-72	3	3	+			I, II, VIII
15. *Castrada segnis*, (Fuhrm.)	20	1	1	+		+	I
16. » *spinulosa*, v. Hofsten	35-74	4	5	+			I, II, III
17. » *monardi*, n. sp. Fuhrm.	15-114	7	a. c.	+	+	+	I, II, IV, V
18. » *quadridentata*, v. Hofst.	30	1	1	+			II
19. » *tridentata*, n. sp. Fuhrm.	35-104	6	a. c.	+	+	+	II, III
20. » *viridis*, Volz.	20	1	1	+		+	I
21. » *armata*, (Fuhrm.)	30	1	1			+	II
22. *Mesostoma monorchis*, n. sp. Fuhrm.	65	1	1	+	+	+	I
23. » *lingua*, (Abildg)	12-133	8	c	+			I, VI, VII
24. » *ehrenbergi*, Focke	84-133	6	c				I, VII
25. *Acrorhynchus neocomense*, Fuhrm.	30-133	5	r				III, VII
26. » *lacustris*, n. sp. Fuhrm.	23	1	2	+	+	+	II
27. *Gyratrix hermaphoditus*, Ehrb.	34-120	6	c				I, II, III
28. *Plagiostomum lemani*, (Dupl.)	8-135	59	c. c.				partout
29. *Otomesostoma auditivum*, (Duples.)	8-144	54	c. c.				partout sauf V

89 dragages sur 109 ont livré des Turbellaires. Parmi eux, 19 dragages contenaient chacun 1 espèce.

28	dragages	chacun	2	espèces	3	dragages	chacun	6	espèces
22	»	»	3	»	2	»	»	7	»
10	»	»	4	»	1	»	»	8	»
4	»	»	5	»					

* Ces chiffres romains désignent les districts (voir la carte).

Les Turbellaires se rencontrent donc beaucoup plus souvent de compagnie qu'isolés. Ainsi :

Plagiostomum + Otomes	36 fois	Otomes + Dendr.	4 fois
Plag. + Otom. + Dendr.	18 fois	Otom. + Plag. + Acror.	4 fois
Plag. + Dendr.	14 fois	etc.	

1. *Dendrocœlum lacteum.* — Cette espèce cosmopolite, toujours très abondante, descend régulièrement dans la profondeur. Elle s'y est trouvée notamment au Léman (125 m.), mais en petites cités sporadiques, dans les lacs de Zurich, Brienz, Thoune (40 m.), Wallenstadt (90 m.), Constance (200 m.), Majeur (90 m.), Garda, Lugano (180 m.), Quatre-Cantons (214 m.), Vetter (120 m.)[1]. Mais partout elle offre le même caractère sporadique, d'après Zschokke du moins. Tout autre est sa répartition dans notre lac ; elle s'y trouve dans tous les points parfois en nombre très considérable comme il est advenu dans les dragages du cône de l'Areuse. Quoique sa fréquence soit un peu inférieure à celle de *P. lemani* ou de *O. auditivum*, elle est l'espèce la plus abondante du lac. Il s'agit surtout de la variété *bathycola*, quoique souvent les caractères distinctifs en soient fort peu tranchés. — *D. lacteum*, d'après Stoppenbrinck, pond ses œufs en hiver ; cependant, nous avons trouvé des jeunes au mois de mars, juin, juillet, septembre, novembre, à peu près durant toute l'année. Le cycle de reproduction n'est donc pas si rigoureux ou semble troublé par les conditions abyssales de température.

Nous donnons ici, comme nous le ferons pour d'autres groupes, une statistique montrant pour chaque zone de 20 m. le nombre de dragages où ces bêtes ont été trouvées et le rapport de ce nombre à celui des dragages effectués dans la zone.

Cette statistique prendrait plus de valeur si elle s'appuyait sur un nombre plus grand de dragages. Cependant, quelque incomplète qu'elle soit, elle peut servir à des constatations intéressantes. On voit ainsi que le maximum de fréquence pour *D. lacteum* est à 100-120 m., ce qui montre bien pour l'espèce une parfaite adaptation à la profondeur.

[1] Et Neuchâtel, naturellement. Nous ne répétons pas, dans ces notices, les données fournies par les tableaux d'ensemble ; cette remarque faite une fois pour toutes.

	0 — 20 m.	20 — 40 m.	40 — 60 m.	60 — 80 m.
D. lacteum . .	— —	9 dr. 41 %	6 dr. 26 %	14 dr. 56 %
P. lemani . .	5 dr. 62 %	11 dr. 50 %	10 dr. 43 %	14 dr. 44 %
O. auditivum .	5 dr. 62 %	11 dr. 50 %	11 dr. 47 %	11 dr. 44 %

	80 — 100 m.	100 — 120 m.	120 — 144 m.
D. lacteum . .	4 dr. 33 %	6 dr. 66 %	5 dr. 50 %
P. lemani . .	7 dr. 58 %	7 dr. 77 %	5 dr. 50 %
O. auditivum .	8 dr. 66 %	2 dr. 22 %	5 dr. 50 %

2. *Stenostomum leucops* appartient au deuxième groupe biologique de von Hofsten, c'est-à-dire aux espèces littorales descendant occasionnellement dans la profondeur. Elle marque une légère préférence pour la vase, mais vit aussi parmi les plantes. Cosmopolite, elle est répandue en Europe, en Amérique et fréquente même les eaux saumâtres. En Suisse, on la signale dans le littoral et la profondeur (150 m.) du Léman, dans les mares et les étangs du canton de Vaud, le Loclat, les marais de Pouillerel, les environs de Bâle, les lacs de Thoune (100 m.) et de Brienz. L'observation de Duplessis qu'elle est abondante dans la profondeur n'est confirmée par aucun autre auteur.

3. *Microstomum lineare* occupe parmi nos Turbellaires le quatrième rang pour la fréquence. Les exemplaires trouvés sont tantôt aveugles, tantôt munis de taches pigmentaires plus ou moins développées ; leurs colonies comptent ordinairement 4 individus, plus rarement 2. Parfois des nématoblastes, indiquant que l'animal s'est nourri d'hydres, sont installés à sa surface et nous avons tiré parti de cette remarque à propos des Hydrozoaires. Enfin nous avons trouvé à son intérieur des *Cypria* et *Diaptomus* dont il avait fait sa nourriture. D'après von Hofsten, *M. lineare* établit le passage entre les espèces purement limicoles et celles qui vivent parmi les plantes, mais il fréquenterait plus volontiers la vase que les végétaux. — Nous avons trouvé l'espèce 3 fois dans la zone de 20-40 m. (14 %), 7 fois dans celle de 40 à 60 m. (30 %), 4 fois de 60-80 m. (16 %), une fois à 84 m. et 2 fois de 100 à 120 m. Cosmopolite, elle fréquente les eaux douces et salées, est très répandue en Suisse et fut trouvée dans la profondeur des lacs Léman (150 m.), Quatre-Cantons (83 m.), Majeur (17 m.).

4. *Macrostomum appendiculatum (= hystrix)*, répandu dans les eaux douces ou salées, est toutefois exceptionnel dans la profondeur, car il vit de préférence parmi les végétaux. On ne l'a trouvé que dans le Léman (150 m.) et le lac de Brienz (100 m.).

5. *Prorhynchus stagnalis*, une des espèces du deuxième groupe de von Hofsten, est purement limicole et par conséquent est plus exposé que les espèces phytophiles à se rencontrer dans la profondeur ; cependant cette espèce marque une préférence pour les étangs et les mares. Elle est cosmopolite, connue en Europe, Amérique, en maints endroits suisses ; dans la profondeur, elle n'est mentionnée qu'au Léman à 60 m.

6. *Provortex lacustris.* — Le lac de Neuchâtel a déjà fourni à la faune suisse un représentant d'un genre jusqu'ici exclusivement marin, l'*Acrorhynchus (= Trigonostorum) neocomense*, décrit en 1903 par Fuhrmann. Nos pêches ont livré plusieurs exemplaires d'un Turbellaire fort curieux, très petit ($0^{mm},7$), semblable à un gros infusoire. Etudié par M. le professeur Fuhrmann, il a été placé dans le genre *Provortex* de Graf, qui compte 5 espèces certaines répandues surtout dans l'Atlantique nord. Une autre espèce, *P. sphagnorum* = *Pilgramilla s.*, a été trouvée en Bohême par Sekera. — Notons ici qu'il est trop tôt pour attribuer à l'espèce, comme on l'a fait pour tant d'autres au su de leur parenté marine, un habitat strictement profond. Nous essayerons de démontrer plus loin que les facteurs qui permettent à une espèce la pénétration et l'habitat dans les profondeurs doivent être cherchés non pas dans l'origine et l'histoire de l'espèce, mais bien dans ses mœurs, son régime alimentaire, sa préférence pour les eaux pures richement oxygénées.

7. *Dalyellia armigera*, moins fréquente parmi les plantes que dans la vase, est connue en Europe septentrionale, aux environs de Genève et de Bâle, dans les mares de Pouillerel, etc. D'après von Hofsten, elle serait très répandue mais peu abondante, d'où la difficulté de la trouver. Deux exemplaires à 35 et 40 m. établissent que, comme la plupart des espèces aimant la vase, elle peut descendre dans les zones semi-profondes.

8. *Dalyellia fusca*, espèce créée par Fuhrmann, est si proche de *D. armigera* que von Hofsten a cru devoir les réunir. Une nouvelle étude entreprise sur un exemplaire

trouvé à 40 m. prouve que *D. fusca* doit être rétablie au rang d'espèce. Les seules stations en sont les environs de Bâle et notre lac.

9. *Phaenocora clavigera* est une espèce limicole fréquente dans le littoral des lacs d'où elle peut descendre dans la profondeur ainsi que le témoigne von Hofsten (15 m. dans le lac de Brienz). Elle y est toutefois exceptionnelle. On la connaît en Suisse des environs de Bâle, des mares de Pouillerel. Ailleurs sa présence est sujette à caution. L'un des deux exemplaires était infecté d'une Grégarine nouvelle et présentait des déformations parasitaires qui ont empêché sa détermination spécifique.

10. *Opistomum pallidum*, rentrant dans la première catégorie de von Hofsten, est décrite ainsi par cet auteur : « Seltene Art, schon am Ende des Winters auftretend und in später austrocknenden, mit faulendem Laub gefüllten Tümpeln lebend. » Sa présence dans la profondeur est donc une étrangeté ; il en faut conclure que son habitat n'est pas aussi strictement limité que von Hofsten veut bien le croire.

11. *Opistomum lacustris* est un de nos Rhabdocèles les plus fréquents, car 5 pêches à 30, 35, 40, 103 et 120 m. l'ont contenu. Il semble donc fort bien adapté à la profondeur.

12. *Olisthanella nassonoffi.* — Les 4 espèces de ce genre citées en Suisse paraissent, à l'exception de *O. truncula*, douteuses ou incertaines à von Hofsten. *O. nassonoffi*, jamais trouvée en Suisse ou dans la faune profonde avant nos recherches, est une espèce limicole mentionnée en Russie et au Danemark.

13. *Olisthanella truncula* a déjà été trouvée dans la profondeur du Léman (45 m.) et du lac de Neuchâtel (Duplessis), les environs de Bâle et peut-être le Bodan (160 m.). Elle vit isolément dans la vase, le littoral des lacs, et est connue en Europe centrale et orientale.

14. *Rynchomesostoma rostratum*, disséminée sur tout le territoire suisse, vit parmi les plantes, plus rarement dans la vase. Elle est signalée dans la profondeur du Léman (45 m.) et dans celle du lac d'Annecy. Notre trouvaille à 72 m. établit son record de profondeur. L'exemplaire trouvé était dépourvu de pigment, avait les yeux réduits, preuve d'une adaptation à la vie abyssale.

15-21. *Castrada.* — Ce genre polymorphe nous a fourni toute une série de formes dont quelques-unes à 84 m., 120 m., 133 m., trop jeunes, n'ont pu être déterminées.

Castrada segnis, connu jusqu'ici seulement dans les environs de Bâle, ne paraît fréquenter qu'exceptionnellement les profondeurs. — *C. viridis*, qui vit d'ordinaire parmi les plantes, est dans le même cas ; du reste ces 2 espèces ont été trouvées à 20 m. où la végétation n'est pas exclue. — *C. spinulosa* et *C. quadridentata* manquent d'ordinaire dans le littoral et semblent caractériser, d'après von Hofsten, le fond des grands lacs. Ils doivent, toujours d'après cet auteur, être comptés parmi les anciens habitants d'eau douce, d'origine non glaciaire. Le premier n'est connu qu'en Suisse, dans les lacs Majeur (8-40 m.), de Brienz (10-35 m.) et de Thoune (60-70 m.). Le second est cité dans ces deux derniers lacs, dans le Léman et en Suède. — *C. armata* vit d'ordinaire parmi les plantes, exceptionnellement dans la vase. Il était déjà connu des littoraux de notre lac et du lac de Joux, des environs de Bâle. — *C. monardi* est l'espèce la plus abondante ; très proche de *C. spinulosa*, elle s'en distingue par une forme tout autre du pénis, offre le même genre de vie et doit avoir la même origine. — *C. tridentata* est également voisin de *C. quadridentata* ; il est, après le *C. monardi*, le plus fréquent de nos Typhoplanides.

22. *Mesostoma monorchis*, trouvé à 65 m., est une curieuse espèce de ce genre très caractérisée par l'union des deux testicules qui forment une coupole au-dessus de l'intestin.

23. *Mesostoma lingua*, un des Rhabdocèles les plus fréquents en Suisse, habite les étangs, les littoraux des lacs, tantôt parmi les plantes, tantôt dans la vase. Il est cité dans l'Europe centrale et septentrionale et s'avance jusqu'en Asie. Citons sa présence à 70 m. dans le Léman, à 40 m. dans le lac de Thoune, dépassées toutes deux par celle à 133 m. dans notre lac.

24. *Mesostoma ehrenbergi*, répandu dans toute l'Europe et dans l'Amérique du nord, offre le même genre de vie que l'espèce précédente. Il est connu dans la profondeur du Léman (60 m.). Dans notre lac, il paraît fréquenter surtout les grandes profondeurs, tandis que son congénère habite indistinctement toutes les zones ; c'est ce que prouvent nos trouvailles.

M. lingua, 12 m., 16 m., 17 m., 60 m., 103 m., 112 m., 120 m. et 133 m.

M. ehrenbergi, 84 m., 103 m., 105 m., 110 m., 112 m., 133 m.

25. *Acrorhynchus neocomense.* — Fuhrmann décrivit en 1903 son *Hyporhynchus neocomense*, placé plus tard dans le g. *Trigonostomum*, puis tout récemment attribué par cet auteur au g. *Acrorhynchus.* Ce genre, à l'exception de cette espèce et de la suivante, est uniquement marin et comprend 6 espèces répandues dans le littoral de l'Atlantique et des mers attenantes. *A. neocomense* fut trouvé d'abord dans notre lac à 53 et 120 m., puis découvert par von Hofsten dans le lac Majeur à 30-40 m. D'après ce dernier auteur, il appartient aux espèces caractéristiques du limon des grands lacs et au même groupe géographique que les Allocèles. Remarquons toutefois qu'il est fort disséminé dans notre lac, qu'il ne se rencontre qu'en individus isolés et que le terme de caractéristique implique l'idée de fréquence.

26. *Acrorhynchus lacustris* est nouveau pour la science. — Un autre individu du même genre, malheureusement trop jeune pour être étudié, appartient peut-être à une troisième espèce.

27. *Gyratrix hermaphroditus* est une espèce très fréquente dans les eaux persistantes, les rivages des lacs, parmi les plantes ou dans la vase. Elle est rare dans la profondeur et n'a été trouvée que dans le Léman (60 m.) et le Ceresio (70 m.). Les notes de M. le prof. Fuhrmann la mentionnent dans 5 dragages de 40 à 120 m., sa station la plus profonde trouvée. Mais elle semble être devenue plus rare dans les fonds de notre lac, car nous ne l'avons trouvée que deux fois, à 28 et 34 m. — Très commune en Suisse, surtout dans les hauts lacs alpins, elle est connue en outre en Europe, Asie, Afrique, Amérique.

28. *Plagiostomum lemani*, le plus répandu sinon le plus abondant de nos Turbellaires, habite presque exclusivement le fond des grands lacs du versant nord des Alpes. Il est toutefois téméraire de dire avec Zschokke qu'il augmente en nombre avec la profondeur ; la statistique dressée à propos de *D. lacteum* montre qu'il fréquente presque également toutes les zones du lac. Cependant, il évite à peu près complètement, comme toutes les espèces caractéristiques du fond, le cône de l'Areuse où nous n'en avons trouvé que 2 exemplaires fortement pigmentés. Outre les grands lacs (Léman

300 m., Annecy 60 m., Bourget 50 m., Zurich, Quatre-Cantons 214 m., Constance 200 m., Bienne 40 m., Brienz et Thoune 100 m., Zoug 200 m., Joux 25 m., Starnberg, Vetter), il fréquente aussi les anciens bras du Rhin près de Bâle, mais manque totalement au sud des Alpes. Bien loin d'être restreint à la profondeur, il habite aussi le littoral ; Ekman dit à ce sujet : « Da die Art... in so geringer Tiefe wie 1-4 m. angetroffen worden ist..., kann das Meiden des eigentlichen Uferwassers im Vetter nicht von den Temperaturverhältnissen desselben abhängen, sondern muss auf die Wirkungen der Brandungen zurückzuführen sein. » En outre cet auteur, contrairement à von Hofsten, constate que *P. lemani* fréquente aussi bien le sable que le limon ; sa présence à la Motte confirme cette constatation. Toutefois nous nions qu'il y ait incompatibilité entre ces habitats. Les détritus trop abondants, les eaux souillées sont pour son existence d'un plus grand effet que la grosseur des grains du limon, et les espèces sont plus sensibles aux conditions chimiques du milieu qu'à sa conformation mécanique.

29. *Otomesostoma auditivum* partage avec *P. lemani* la gloire de caractériser la faune turbellarienne des grands fonds. Comme lui, il habite le fond du Léman, des lacs de Neuchâtel, Bienne, Zurich, Quatre-Cantons, Bodan, Brienz, Thoune, possède une répartition nord et centre-européenne ; mais à sa différence, il a aussi été trouvé au sud des Alpes. Pas plus que *P. lemani* il n'est une espèce sténobathe, comme le démontre la statistique citée plus haut. Il évite enfin le cône de l'Areuse.

Forel et Duplessis en ont vu, en tous temps, des individus adultes ; tel n'a pas été notre cas. Sur les 200 exemplaires trouvés, 8 seulement étaient adultes et furent trouvés à 22, 26, 33, 35, 44 et 45 m., donc toujours à des profondeurs faibles. Ce fait semble indiquer pour *O. auditivum* une adaptation incomplète à la profondeur ; peut-être même les individus trouvés dans les grands fonds sont-ils descendus des zones semi-profondes.

Remarques sur les Turbellaires.

Ainsi que le tableau général le témoigne, 12 espèces n'ont été trouvées qu'une seule fois et 8 en un seul exemplaire. Déjà von Hofsten, dans sa belle liste de Turbellaires pro-

fonds des lacs de Brienz et de Thoune, a fait la même constatation, car 9 de ces espèces ne se trouvèrent qu'en une station et 3 autres dans 2 ou 3 seulement. Ainsi les Rhabdocèles, sauf toutefois les 4 ou 5 espèces qui viennent en tête de liste, et sauf en quelques endroits privilégiés (par exemple devant le Seyon à 30 et 40 m.) sont fort rares et seulement en individus isolés dans les zones profondes de notre lac. En rapprochant cette remarque du fait que très peu d'espèces dans notre lac n'ont été trouvées que dans le littoral, on ne peut s'empêcher de conclure que toutes — à l'exception de celles qui sont liées, par leur régime, à la présence de végétaux vivants ou qui vivent en symbiose avec des algues — peuvent descendre dans la profondeur.

Von Hofsten a divisé les Rhabdocèles en 3 catégories œcologiques. Ceux de la première, vivant dans les eaux temporaires, n'habitent ni le littoral ni la profondeur des lacs. *(Opistomum pallidum* constitue ici une remarquable exception ou doit être retiré de ce premier groupe.) Ceux de la deuxième catégorie qui vivent parmi les plantes sont présents dans le littoral, exceptionnels dans la zone semi-profonde *(Macrostoma appendiculatum, Castrada segnis, C. viridis)*; mais ceux qui vivent indifféremment parmi les plantes ou dans la vase, ou ceux qui sont limités à la vase se trouvent tous ou presque tous dans la profondeur d'un lac ou d'un autre. Citons : *D. armigera, G. hermaphroditus, M. lingua, R. rostratum, S. leucops, P. stagnalis, P. clavigera, O. truncula, O. nassonoffi, C. armata.* Enfin le troisième groupe comprend les espèces absentes des étangs et des littoraux à végétaux et qui sont naturellement toutes présentes dans la profondeur *(P. lemani, O. auditivum, C. spinulosa, C. quadridentata, A. neocomense).* Ainsi apparaît nettement que les nécessités alimentaires sont pour les espèces les conditions essentielles qui règlent leur distribution verticale dans les bassins de nos lacs.

Quant à l'origine de quelques-unes de ces espèces, et spécialement de *P. lemani* et *O. auditivum*, on sait les discussions nombreuses qu'elle a soulevées. Ces genres habitant la mer, on était conduit, par un postulat tout naturel quoique non démontré, à assigner à ces deux espèces une proche origine marine. Ce fait rapproché de leur prétendue sténothermie d'eau froide — qui, d'après von Hofsten, est loin d'être prononcée « eine vorliebe für kaltes Wasser ist hier nicht nachgewiesen worden ; ... nur sehr schwach stenotherm... si meiden nur sehr stark erwärmtes Wasser », a sug-

géré à Zschokke l'idée que l'immigration dans les eaux douces a eu lieu à l'époque glaciaire ou à sa cessation. Les très abondantes eaux douces qui résultaient de la fonte des glaces ont dû, en effet, dessaler l'eau des Océans et les recherches de Pelseneer montrent précisément que la pénétration des faunes marines dans les eaux douces s'accomplit de préférence dans ces conditions. Mais von Hofsten remarque d'autre part : 1° que la parenté du Plagiostome et de l'Otomesostome avec les espèces marines est loin d'être aussi rapprochée qu'on le dit ordinairement, ce qui implique encore le postulat non démontré que toutes les espèces évoluent avec la même vitesse. L'on sait en outre combien rapidement varient des espèces marines que l'on adapte expérimentalement à l'eau douce ; 2° que parmi les espèces marines de Plagiostomes, 3 seulement fréquentent les mers du Nord et que le centre de dispersion de ce genre doit se trouver plus au sud ; 3° qu'aucune de ces deux espèces n'est strictement sténobathe profonde ou sténotherme d'eau froide ; 4° qu'*Otomesostoma* n'a été trouvé que 3 fois dans les hauts lacs et que *Plagiostomum* ne l'a jamais été. De tous ces arguments, von Hofsten conclut à ce que l'abandon des mers par les ancêtres de ces deux espèces (auxquelles on peut joindre *Acrorhynchus* et *Provortex)* a eu lieu, comme pour les Cytheridées, avant l'époque glaciaire.

La question de l'origine des Turbellaires reste donc en suspens ; pour qu'une espèce marine soit arrivée depuis peu dans nos eaux douces, elle doit satisfaire, nous semble-t-il, aux conditions suivantes : 1° faible aire de répartition ; 2° très proche parenté avec les espèces marines ; 3° présence de l'espèce dans les eaux salées ou saumâtres. Or nos Turbellaires sont loin de satisfaire entièrement à ces conditions.

Comparaison des faunes turbellariennes profondes de notre lac et des autres lacs suisses.

Notre lac avec ses 29 espèces profondes et ses 8 espèces littorales est donc la station la plus riche de toute la Suisse et peut-être du monde entier. Le Léman contient en effet 24 espèces profondes, dont 4 douteuses. Des 20 espèces restantes [1], 14 sont communes aux deux lacs. C'est : *D. lacteum*,

[1] D'après Zschokke p. 170. — D'après von Hofsten, il n'y aurait dans la profondeur du Léman que 13 Rhabdocèles.

S. leucops, *M. lineare*, *M. appendiculatum*, *P. stagnalis*, *O. truncula*, *R. rostratum*, *C. spinulosa*, *C. viridis*, *M. lingua*, *M. ehrenbergi*, *G. hermaphroditus*, *P. lemani*, *O. auditivum*.

Le lac des Quatre-Cantons ne possède qu'une faune très pauvre ou plutôt mal connue. Quatre espèces seulement, les plus communes partout, y existent : *M. lineare*, *P. lemani*, *O. auditivum*, *D. lacteum*.

Egalement insuffisamment connu est le lac de Lugano qui n'a livré qu'un Rhabdocèle déterminé, *G. hermaphroditus*, et 3 Triclades : *D. lacteum*, *P. alpina*, *P. nigra*. Le Léman possède le deuxième, le Vetter le troisième.

Par contre les lacs de Brienz et de Thoune ont livré a von Hofsten 15 espèces profondes parmi lesquelles *S. agile*, *S. elongatum*, *C. lanceola*, *L. minuta*, *D. cuspidata*, *C. truncata* n'ont pas été retrouvées ni dans notre lac ni, à peu de chose près, dans le Léman.

Le Vetter a fourni *Castrada lanceola*, *P. lemani*, *O. auditivum*, *D. lacteum* et *punctatum*, *P. nigra* et *Planaria* sp. dont la première et les 3 dernières sont absentes de notre lac.

Ainsi *D. lacteum* est la seule espèce commune à tous ces lacs. *O. auditivum* et *P. lemani* ne manquent qu'au Ceresio. *M. lineare* fréquente quatre de ces lacs. Quant aux autres espèces, elles sont ou spéciales à un lac, ou n'en habitent que deux.

Ces comparaisons sont résumées dans le tableau suivant, où, à l'intersection d'une ligne horizontale et d'une verticale se trouve le nombre d'espèces communes aux deux lacs.

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Br. Th.	Lugano	Vetter
Léman . . .	20	14	4	7	3	3
Neuchâtel . .		29	4	9	2	3
Quatre-Cantons .			4	4	1	3
Brienz et Thoune				15	1	3
Lugano . . .					4	2
Vetter						6
Espèces particul.	5	14	0	5	0	1

6. Cestodes.

Forel (1884) cite deux espèces de ce groupe pouvant exister à l'état libre dans nos lacs : *Ligula simplicissima* Rud. et *Caryophylleus laticeps* (Pall) = *mutabilis* Rud. Nous n'avons trouvé que cette dernière espèce, assez abondam-

ment, dans 10 dragages à 44, 45, 50, 51, 60, 60, 65, 72, 84 et 144 m., tantôt libre, vivante ou morte, tantôt à l'intérieur de *Tubifex velutinus* et *T. hammoniensis*. Zschokke en a trouvé aussi plusieurs exemplaires à 35 m. parmi des débris d'Oligochètes, et Fehlmann la signale à 60 et 70 m.

A titre de renseignement sur les espèces que ce parasite fréquente de préférence, établissons la liste des Oligochètes dans les dragages où il s'est trouvé :

44 m. *T. hammoniensis, tubifex, velutinus.*
45 m. *T. hammoniensis, velutinus, S. heringianus.*
51 m. *T. hammoniensis, velutinus.*
60 m. *T. hammoniensis, velutinus, ferox.*
60 et 65 m. *T. hammoniensis, velutinus.*
72 m. *T. hammoniensis, velutinus, ferox. Stylaria lacustris.*
144 m. *T. tubifex, hammoniensis, velutinus. St. lacustris.*
50 et 84 m. *Oligochètes* non recueillis.

Les seules formes communes à tous ces dragages étant *T. hammoniensis* et *T. velutinus*, on en conclut que ces deux espèces sont les hôtes préférés de *C. laticeps*.

7. Rotateurs.

Zschokke (1911) déplore que les Rotateurs profonds des lacs aient été jusqu'ici si peu étudiés. « Die systematische und faunistische Feststellung der profund in den Alpenrandseen lebenden Rädertierchen bleibt vorlaüfig ein Wunsch. » Il tient comme très probable la découverte de nombreux Rotateurs profonds, comme Murray l'a montré dans les lochs écossais. Mais, ajoute-t-il, « typische Formen fanden sich nicht ; alle gesammelten Arten waren gemeine und weiterbreitete Bewohner des Litorals ». Réunissant les données à lui connues, Zschokke cite 16 espèces, provenant presque toutes du Loch Ness. Des lacs suisses sont cités : *Floscularia ornata* et *F. proboscidea* du Léman et du lac d'Annecy. *Philodina aculeata* du lac Majeur, *Rotifer* sp. du lac de Lugano et du lac Majeur, et *Proales* sp. du Ceresio. Ni Zschokke, ni von Hofsten, ni Ekman n'en mentionnent dans les lacs qu'ils ont étudiés.

Cette rareté des trouvailles s'explique, croyons-nous, par l'insuffisance des méthodes de recherches ; fort petits, peu mobiles, les Rotateurs du fond passent souvent inaperçus sans l'emploi du microscope binoculaire qui est indispensable.

Grâce à lui, nous avons pu en recueillir quelques-uns, mais seulement dans les derniers dragages, alors que notre attention fut éveillée par la première découverte.

Les Rotateurs du lac ont été étudiés par Fuhrmann (19 espèces du plankton) et Thiébaud (22 espèces littorales et 6 espèces profondes) ; d'après ce dernier auteur, 47 espèces fréquentent notre lac, auxquelles on doit ajouter deux espèces trouvées par nous-mêmes. Si nous comparons la faune rotatorienne du canton, du lac et de la profondeur, nous obtenons le tableau suivant :

	A. suisse	B. lac	C. prof.	Rapports :	B : A	C : A	C : B
g.	73	32	9		44 %	12 %	28 %
esp.	311	49	11		16 %	4 %	22 %

Les coefficients génériques des 3 faunes sont respectivement 0,23, — 0,65, — 0,82. Ici encore leur valeur augmente à mesure que les conditions du milieu sont plus uniformes.

Le 9 % des Rotateurs du canton, le 22 % de ceux du lac se sont trouvés dans la profondeur ; cette faible proportion s'explique par le fait que ces animaux vivent de préférence dans les eaux stagnantes et chaudes, chargées de débris organiques, conditions non remplies dans la profondeur. Thiébaud remarque toutefois que quelques espèces sont adaptées aux eaux froides et ont leur maximum de fréquence au printemps. Or, deux seulement de ces dernières, *Rotifer vulgaris* et *Euchlanis macrura*, se sont trouvées dans la profondeur ; cependant les autres espèces de la faune profonde sont voisines de celles que Thiébaud indique.

Rotateurs	Profondeurs	Drag.	Indiv.	Auteurs
1. *Philodina macrostyla*, Ehrb.	40 m.	1	—	Thiébaud
2. *Rotifer trisecatus*, Weber	23-40	4	c.	Thiébaud, Monard
3. *Rotifer tardigradus*, Ehrb.	23-139	4	c.	Thiébaud, Monard
4. *Rotifer vulgaris*, Schrk.	30-73	4	c.	Monard
5. *Callidina progonidia*, mihi	33-135	6	c.	Monard
6. *Notommata brachyota*, Ehrb.	20	1	—	Thiébaud
7. *Diglena forcipata*, Ehrb.	35-139	3	3	Thiébaud, Monard
8. *Arthroglena uncinata*, (Milne)	40	1	—	Fuhrmann
9. *Diaschiza gibba*, (Ehrb.)	40	1	—	Thiébaud
10. *Euchlanis dilata* var. *macrura*, (Ehrb.)	144	1	1	Monard
11. *Coturella*, sp.	40	1	—	Fuhrmann

Ploeosoma hudsoni, trouvé parfois, provient du plankton.

1. *Philodina macrostyla* habite les mousses, mais surtout les lacs, les étangs, où elle subsiste toute l'année, preuve d'une eurythermie prononcée. Elle est connue déjà dans la profondeur du Loch Ness. Sa présence dans la profondeur est toutefois occasionnelle ; un seul dragage l'a recueillie à 40 m.

2. *Rotifer trisecatus* habite les mares, les étangs riches en détritus ; lent et lourd, il nage fort peu et a son maximum de fréquence en avril et en mai, ce qui indique une espèce d'eau plutôt froide. Dans le canton, il est mentionné dans le lac de Saint-Blaise et dans un étang à La Chaux-de-Fonds. A l'embouchure du Seyon, où les détritus sont nombreux, il s'est trouvé avec abondance.

3. *Rotifer tardigradus = tardeus.* — Encore une espèce lourde et nonchalante, disséminée un peu partout du printemps en automne. Il semble adapté à la vie profonde, ainsi que le montre sa présence à 139 m. et le nombre des dragages où il s'est trouvé.

4. *Rotifer vulgaris*, espèce fréquente, se trouve pendant toute l'année. Les étangs, les mares, mais aussi le littoral des lacs sont ses aires préférés. Nous en avons recueilli de nombreux exemplaires de 0,4 à $0^{mm},5$, répondant à la deuxième variété de Zacharias, dans le cône de l'Areuse (3 fois) et celui du Seyon (1 fois).

5. *Callidina progonidia*, le plus fréquent de nos Rotateurs, est une espèce acclimatée à la profondeur et qui lui semble spéciale. Elle s'est trouvée à 33 m., 34 m., 35 m., 103 m., 133 m., 135 m. en individus isolés ; cependant elle doit être beaucoup plus fréquente, mais sa petite taille et ses habitudes sédentaires rendent sa découverte difficile.

6. *Notommata brachyota* est une forme d'été, trouvée par Thiébaud dans le port de Neuchâtel à 20 m. Elle doit être tout exceptionnelle dans la profondeur.

7. *Diglena forcipata.* — Relativement commune dans tous les mois de l'année, cette espèce est signalée à Pouillerel et dans la vieille Thièle. A 35 m. devant l'Areuse, à 53 m. devant Neuchâtel et 139 m. devant Auvernier, elle s'est trouvée dans la profondeur, en un exemplaire chaque fois.

8. *Arthroglena uncinata (= Diglena uncinata)* est le Rotateur le plus fréquemment récolté dans le Loch Ness. Une

seule fois à 40 m., dans un dragage fort riche en Rotateurs, cette espèce s'est trouvée dans notre lac.

9. *Diaschiza gibba (= D. semiaperta)*, très répandue, fréquente les lacs, étangs, marécages, du printemps à l'automne. Un seul dragage à 40 m. la signale dans notre lac. *D. senuior* a été trouvée dans les profondeurs du Loch Ness.

10. *Euchlanis macrura* semble, suivant Thiébaud, préférer les eaux froides. Une seule fois, à 144 m., elle a été trouvée dans la faune profonde ; mais cet habitat est sujet à caution, la trouvaille ayant été faite 15 jours après le dragage.

11. *Colurella* sp. — Une espèce de ce genre, *C. obtusus* Gosse, est signalée dans la faune profonde du Loch Ness. Aucun *Colurus* n'est indiqué dans le lac, mais *C. bicuspidatus* et *C. obtusus* ont été trouvés dans le lac de Saint-Blaise et dans une mare à Auvernier. Ils aiment les eaux pures ; quelques espèces préfèrent même les eaux froides.

Le rôle que jouent les Rotateurs dans la faune profonde est donc assez minime ; nulle part leur abondance est telle qu'elle donne au dragage une physionomie particulière. Il s'agit surtout d'espèces répandues partout, eurythermes, descendues à la faveur de circonstances favorables (abondance de débris végétaux) dans les zones semi-profondes. Seules, les espèces du genre *Rotifer* et *Callidina progonidia* semblent s'être acclimatées à l'habitat régulier des zones profondes. Enfin aucune de ces espèces n'est liée à des apparitions saisonnières.

8. Gastrotriches.

Chaetonotus maximus Ehrb., cosmopolite, eurytherme, se nourrissant de débris organiques, devait trouver dans les abysses des lacs des conditions favorables à son développement. Cependant sa petite taille l'a fait échapper à la plupart des observateurs. Imhof le signale à 64 m. dans l'Achensee, Voigt à 30 m. dans le Plönersee, Fehlmann à 50, 70, 90 et 288 m. dans le lac de Lugano. Ce dernier auteur remarque avec raison qu'il paraît être sporadique et se trouve de préférence dans les endroits où les détritus abondent, le lac d'Agno par exemple. Nous l'avons trouvé 3 fois à 33 m., 73 m., 133 m. devant l'embouchure du Seyon et dans le cône de l'Areuse, précisément dans les conditions spécifiées par Fehlmann.

9. Nématodes.

La très régulière présence des Nématodes dans les profondeurs des lacs est signalée par la plupart des auteurs. Zschokke (1911) les indique comme réguliers mais ses chiffres se rapportent à la zone semi-profonde. Les travaux de Hofmänner, au contraire, montrent que certaines formes *(M. dubia, T. gracilis, T. longicaudatus, I. ignavus, D. stagnalis, D. carteri)* sont répandues dans le Léman depuis le littoral jusqu'aux profondeurs extrêmes, en nombre immense. Nos observations confirment pleinement ces données ; plus encore, nous estimons que le nombre des Nématodes vivant dans les zones profondes dépasse certainement et de beaucoup celui de tout autre groupe, les Oligochètes compris.

Les Nématodes de notre lac ont été déjà étudiés par Daday (1911) qui signale 5 espèces récoltées dans les dragages de M. Fuhrmann et par Hofmänner qui en cite 24 espèces, dont 16 restreintes au littoral. Notre matériel, déterminé par M. le Dr Steiner, s'est montré extrêmement riche, et a donné à ce spécialiste la matière d'un travail important [1]. Nous renvoyons à ce travail pour tous les renseignements systématiques et morphologiques. — Les espèces que nous avons déterminées nous-même ont toutes été retrouvées par M. Steiner, à l'exception de *Diplogaster rivalis.*

A ce tableau, il faut encore ajouter 4 espèces mentionnées par Hofmänner, mais non retrouvées par nous :

Tripyla filicaudata, de Man, 95 m.
Trilobus pellucidus, Bastian.
Cylindrolaimus lacustris, Hofmänner, 95 m.
Dorylaimus stagnalis, Dujardin.

La faune suisse, d'après Hofmänner et Menzel compterait 78 espèces de nématodes libres, mermithides non compris.

	A. Faune suisse	B. Faune du lac	C. Faune profonde	B : A	C : A	C : B
genres	25	15	13	60 %	52 %	87 %
espèces	78	32	23	41 %	29 %	72 %

Les cœfficients génériques sont respectivement : A. 0,32 — B. 0,47 — C. 0,56.

[1] *Bulletin Société neuchâteloise des Sc. nat.*, 1918, p. 142.

Nématodes	Profondeur mètres	Dr.	Ind.	%	Nouv. lac	Nouv. prof.	Districts
1. *Alaimus primitivus*, de Man.	120	1	1	1	+		I
2. *Aphanolaimus aquaticus*, v. Daday	33-139	4	4	4			I, II, VII
3. *Monohystera paludicola*, de Man.	16-135	7	c.	9			V, VI, II, VII
4. » *vulgaris*, de Man	30-135	13	c c.	17			partout
5. » *filiformis*, Bastian	33-84	5	c.	6	+		II, V, VIII
6. » *dubia*, Bütschli	8-139	20	c. c.	26			partout
7. *Tripyla papillata*, Bütschli	23-120	3	p. c.	4	+		II, VIII
8. *Chromadora bioculata*, Schneider	103-135	2	3	2			I
9. *Mononchus macrostoma*, Bastian	9-34	2	c.	2			VI, VIII
10. *Ironus ignavus*, Bastian	16-135	55	c. c.	70			partout
11. *Ironusignavus* var *colourus*, n. v. Steiner	60-81	4	4	4	+	+	I, VII, VIII
12. *Tritobus gracilis, typica*, Bastian	17-88	6	c.	7			II, III, VI
13. » » var. *homophysalidis*, n. v. St.	12-139	23	c. c.	30	+	+	I, III, V, VI, VII
14. » » v. *allophysis*, n. v. St.	33	1	1	1	+	+	II
15. *Cylindrolaimus brachystoma*, Hofmänner	34-139	4	5	6	+		III, IV
16. *Diplogaster rivalis*, Leydig	52	1	2	1	+	+	V
17. *Plectus pedunculatus*, Hofmänner	33-103	6	7	7			I, II, III, V
18. » *cirratus*, Bastian	30	1	r.	1			II
19. » *palustris*, de Man	38	1	1	1			V
20. *Tylenchus*, sp.	84	1	1	1			V
21. *Dorylaimus carteri*, Bastian	35-65	2	2	3	+		V
22. » *fecundus* Cobb. v. *helveticus* n. v. Steiner	12-144	52	c. c.	66	+	+	partout
23. *Dorylaimus longicaudatus*, Butschli v. *aquatilis*, n. v. St.	53-73	3	6	4	+	+	II, VII, VIII
24. *Mermis pachysoma*, n. sp. Steiner	45	1	1	1	+	+	III
25. » *aorista*, n. sp. Steiner	17	1	1	1	+	+	VI
26. *Paramermis contorta*, Linst. v. *bathycola*, n. v. Steiner	67	1	1	1	+	+	II
27. *Paramermis zschokkei*, Schmassmann	45	1	1	1	+	+	III
28. » *limnetica*, (v. Daday)	22	1	1	1	+	+	VI
29. » *annulosa*, (v. Daday)	30-144	9	11	11			I, II, III, VII
30. » *conura* (v. Daday)	22	1	1	1			VI
31. » *bathybia* (v. Daday)	45-72	3	3	4	+		III, VII, VIII
32. » *macroposthia* n. sp. Steiner	42	1	1	1	+	+	III
33. » *austriaca*, (Micoletzky)	72	1	1	1	+		VII
34. *Bathymermis Fuhrmanni*, Daday	42-103	7	9	9			I, VII

Le nombre des espèces descend régulièrement à mesure que la profondeur augmente ; c'est ce que démontre le tableau suivant :

Jusqu'à	10 m. —	34 espèces.	Jusqu'à	80 m. —	17 espèces.
»	20 m. —	33 »	»	90 m. —	14 »
»	30 m. —	30 »	»	100 m. —	12 »
»	40 m. —	27 »	»	110 m. —	12 »
»	50 m. —	24 »	»	120 m. —	10 »
»	60 m. —	22 »	»	130 m. —	10 »
»	70 m. —	20 »			

Nous ne pouvons donner ici l'ordre de fréquence ; les petites espèces recherchées seulement dans les derniers dragages ont fourni des nombres trop faibles. Ainsi les *Monohystera*, très fréquents, ont dû se trouver dans tous les dragages.

69 dragages sur 78 ont livré des Nématodes, en nombre très variable.

6	dragages	ont	livré chacun	1	espèce
22	»	»	»	2	espèces
19	»	»	»	3	»
8	»	»	»	4	»
8	»	»	»	5	»
3	»	»	»	6	»
2	»	»	»	7	»
1	»	»	»	8	»

Ironus ignavus, *D. fecundus* et *T. gracilis* se sont rencontrés fréquemment ensemble ou deux à deux (50 fois). Les autres espèces ont toujours été accompagnées d'une de ces trois, sauf dans 3 cas. Le tableau suivant donne du reste les principales associations observées.

I. ignavus + *D. fecundus* 41 fois.
I. ignavus + *T. gracilis* 33 fois.
I. ignavus + une autre espèce 21 fois.
D. fecundus + une autre espèce 22 fois.
D. fecundus + *T. gracilis* 33 fois.
I. ignavus + *D. fecundus* + *T. gracilis* 27 fois.
T. gracilis + une autre espèce 24 fois.

Le grand nombre de ces associations multiples, qui serait plus élevé encore si les petites espèces eussent été partout

recherchées, est un fait à signaler. Il démontre indubitablement la fréquence remarquable des Nématodes dans les profondeurs et leur résistance aux conditions défavorables de ce milieu. Leurs sociétés, très nombreuses en individus, le sont aussi en espèces qui vivent côte à côte sans se nuire.

La comparaison de nos Nématodes profonds avec ceux du littoral (voir Hofmänner et Menzel) est intéressante. Ces auteurs y citent 22 espèces parmi lesquelles 12 (nos 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 21 de notre liste) ont été découvertes dans la profondeur. Des 10 restantes, 6 descendent dans le Léman ou un autre lac au-dessous de 30 m. ; il ne resterait donc que 4 espèces *(Microlaimus menzeli*, *Dorylaimus attenuatus*, *D. filiformis*, *D. macrolaimus)* réservées à la région littorale. Et cet exclusivisme apparent est à la merci d'une trouvaille heureuse. Déjà nos pêches ont établi que *Diplogaster rivalis*, *Tylenchus* sp. et *D. longicaudatus*, envisagés jusqu'alors comme littoraux, peuvent pénétrer dans les profondeurs. Il n'est donc pas téméraire d'affirmer que « *tous les Nématodes littoraux peuvent, régulièrement ou occasionnellement, descendre dans le fond de nos lacs* ».

Comparaison de nos Nématodes avec ceux du Léman. — Hofmänner, qui a particulièrement étudié le Léman, y cite 52 espèces dont 31 sont profondes. 19 de ces dernières sont communes aux deux lacs ; 4 autres, littorales au Léman, sont profondes dans le nôtre.

Comparaison avec le lac des Quatre-Cantons. — 11 espèces sont communes aux deux lacs ; 6 autres, *Ethmolaimus lemani*, *Aulolaimus oxycephalus*, *Cylindrolaimus communis*, *Dorylaimus bathybius*, *D. Zschokkei*, *Monohystera helvetica*, sont spéciales à la profondeur de ce lac.

Les autres lacs sont moins bien connus ; voici toutefois un tableau qui montre les espèces communes et particulières de 6 lacs. A l'intersection d'une ligne verticale et d'une ligne horizontale se trouve le nombre d'espèces communes aux deux lacs.

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Lugano	Majeur	Vetter
Léman . . .	31	19	13	6	15	3
Neuchâtel . . .		22	11	5	12	3
Quatre-Cantons .			22	5	12	2
Lugano . . .				6	5	2
Majeur . . .					19	2
Vetter						7
Espèces particul. :	7	3	6	0	3	2

Malgré l'insuffisance de nos connaissances, une conclusion importante se dégage du tableau : c'est le grand nombre d'espèces profondes communes à plusieurs lacs. Ainsi *I. ignavus*, *T. gracilis*, *M. vulgaris* fréquentent les profondeurs de tous ces lacs. Une exploration plus attentive des différentes cuvettes ferait ressortir encore le caractère cosmopolite de ces Nématodes.

Un fait est encore à relever ; c'est l'absence de formes profondes proprement dites, différant des espèces littorales par des caractères tranchés. La courbe des espèces (voir p. 138), d'allure remarquablement régulière, montre que le nombre des espèces diminue avec la profondeur dans une proportion presque mathématique ; il n'en serait pas de même si nous avions affaire à une faune profonde caractérisée. L'origine des Nématodes du fond des lacs n'est donc pas douteuse ; il s'agit avant tout d'espèces littorales descendues régulièrement ou accidentellement dans la profondeur.

1. *Alaimus primitivus*, répandu dans l'Europe centrale, septentrionale et orientale, est indiqué en Suisse dans le Léman (260 m.), le lac des Quatre-Cantons (15 m.), le lac Majeur (90 m.). Il fréquente aussi la terre humide, les mousses. Une femelle a été constatée à 120 m.

2. *Aphanolaimus aquaticus* est connu en Suisse du littoral et de la zone semi-profonde du Léman (30 m.), des lacs de Joux et Quatre-Cantons. Notre trouvaille à 139 m. montre qu'il peut descendre plus bas dans les lacs. 3 femelles et 1 mâle ont été trouvés à 33, 34, 133 et 139 m.

3. *Monohystera paludicola.* — Hofmänner et Menzel tiennent cette espèce pour un habitant typique de nos lacs, littoral et profondeur jusqu'à 80 m. Elle s'est trouvée en grande abondance devant l'Areuse et sur la Motte, en exemplaires disséminés jusqu'à 135 m., son record de profondeur. On la trouve un peu partout en Europe.

4. *Monohystera vulgaris.* — Extrêmement répandue dans le lac, cette espèce s'est trouvée chaque fois que nous avons recherché les petits nématodes. On la signale dans la plupart des lacs suisses, littoral et profondeur ; mais notre trouvaille à 135 m. est la plus profonde à ce jour. Elle paraît être exclusivement aquatique, mais est toutefois cosmopolite, car on la mentionne encore dans toute l'Europe et l'Afrique.

5. *Monohystera filiformis*, moins fréquent que l'espèce précédente, est signalé dans le Léman, les lacs des Quatre-

Cantons (210 m.), de Lugano, de Joux, Majeur. Il fréquente aussi la terre humide et est répandu dans presque toute l'Europe.

6. *Monohystera dubia.* — Hofmänner et Menzel tiennent cette espèce pour synonyme avec *M. setosa* Butschli. Steiner, au contraire, considère la question comme non résolue. Il s'agit probablement d'un groupe de 3 espèces voisines, différant par le développement des soies, l'organe latéral spiralé ou circulaire, qui sont *M. dubia*, *M. setosa* et *M. pseudosetosa.* Notre forme est identique, à peu de chose près, à celle de Hofmänner ; elle s'est montrée très abondante à l'Areuse et sur la Motte, mais fréquente aussi le fond du lac. Quelques individus avaient le tube digestif bourré de Diatomées.

7. *Tripyla papillata.* — Fréquentant aussi bien la terre humide que la vase des lacs, ce ver a été trouvé dans le Léman jusqu'à 240 m., dans le lac Majeur jusqu'à 90 m., dans le littoral du lac des Quatre-Cantons, de plusieurs lacs alpins, en Allemagne, Hollande, Autriche, France. Il est rare dans notre lac où il descend jusqu'à 120 m. — *T. filicaudata*, signalé par Hofmänner dans notre lac, l'est encore par le même auteur dans le Léman jusqu'à 310 m.

8. *Chromadora bioculata.* — 3 mâles et 2 femelles ont été trouvés à 103 et 135 m. On l'indique encore dans le Léman (70 m.), le littoral des lacs des Quatre-Cantons, de Joux, de Hütwil — en Hollande, Allemagne, Autriche-Hongrie, Russie, France.

9. *Mononchus macrostoma.* — Une nombreuse colonie de cette espèce habite la Motte à 9 m.; un exemplaire jeune a été ramené de 34 m. Elle existe encore dans le Léman (240 m.), le lac Majeur (60 m.), le Rhône, l'Europe centrale et septentrionale, l'Afrique.

10. *Ironus ignavus* est l'espèce la plus fréquemment trouvée, parfois en très grande quantité. Dans 4 dragages (53 m., 65 m., 70 m., 122 m.), elle a surpassé considérablement en nombre les autres espèces. Une pipette de $0^{cm^3},8$ en a contenu une fois 15 exemplaires, 3 mâles et 12 femelles. La répartition par profondeur, donnée par le tableau suivant, montre que les chiffres les plus forts correspondent à 120 et 144 m., preuve que la forme est parfaitement adaptée à la profondeur.

Nous n'avons pas recherché le sexe de tous les individus trouvés ; nos fiches indiquent 130 femelles et 56 mâles. Le travail de Steiner donnera une statistique plus exacte.

	0 à 20 m.		20 - 40 m.		40 - 60 m.		60 - 80 m.		80 - 100 m.		100 - 120 m.		120 - 144 m.	
	Prés.	%	Prés.	%	Prés.	%	Prés.	%	Prés.	%	Prés.	%	Prés.	%
I. ignavus[1]	1	12,5	11	61	12	52	12	48	8	66	4	44	7	70
D. fecundus	3	37	10	55	11	48	9	36	7	58	3	33	9	90
T. gracilis	6	75	10	55	7	35	7	28	5	42	3	33	4	40

Très commune dans le littoral et la profondeur de tous nos lacs, cette espèce ne quitte pas l'eau. Elle se trouve encore dans l'Europe centrale et septentrionale.

11. *I. ignavus var. colourus*, différant du type par une queue conique et très courte, a été décrit d'après 2 femelles et 2 mâles, trouvés dans nos matériaux.

I. helveticus, signalé par Daday, est actuellement considéré comme synonyme d'*I. ignavus*.

12. *Trilobus gracilis*. — Très répandue dans le lac, cette espèce s'est trouvée dans 42 dragages, soit le 54 %. Dans nos déterminations, nous n'avons pas recherché la variété, ce qui explique la différence de ces chiffres d'avec ceux du tableau général, où ne figurent que les déterminations de Steiner.

Var. *typica*. — Elle est indiquée à 17, 33, 35, 44, 70 et 88 m. et est plus rare que la var. *homophysalidis*. Elle se trouve encore dans le Léman, et la plupart des lacs suisses, mais non dans la terre ferme. On la signale en Europe, en Asie, en Afrique, en Amérique du Sud.

Var. *homophysalidis*. — Soupçonnée par Hofmänner, cette variété se distingue de la forme type chez le mâle par 5 grandes papilles préanales, également distantes les unes des autres et très saillantes. D'après Steiner, elle dériverait de la forme typique et correspond à la race II de Stefansky. Très fréquente dans le lac, cette belle variété existe en une nombreuse colonie à la Motte où les mâles étaient particulièrement abondants. Stefansky la signale à 11 m., 300 m. et 305 m. dans le Léman.

Var. *Allophysis*. — Elle diffère des précédentes par une queue plus longue, sans soies terminales et un organe latéral différent. Une seule femelle a été trouvée dont le tube digestif était rempli d'infusoires.

[1] Le premier chiffre de chaque colonne indique le nombre de dragages où l'espèce a été trouvée ; le deuxième, le rapport de ce chiffre avec celui des dragages effectués aux mêmes profondeurs.

Trilobus pellucidus que nous n'avons pas retrouvé est indiqué par Hofmänner et Menzel dans les lacs Léman, Neuchâtel, Majeur, Quatre-Cantons, etc.

15. *Cylindrolaimus brachystoma* n'a été trouvé jusqu'à présent que dans les lacs Léman, Majeur, des Quatre-Cantons, dans le littoral et la profondeur. Nos chiffres (34 m. et 139 m.) corroborent ces constatations. — *C. lacustris*, trouvé dans le Léman et dans notre lac, n'a pas été recueilli dans nos dragages.

16. *Diplogaster rivalis.* — Cette espèce, aquatique seulement, est citée dans le littoral du Léman, en Allemagne, Hollande, Autriche-Hongrie, Danemark. Deux femelles mûres, trouvées à l'Areuse, établissent qu'elle peut vivre dans la profondeur.

17. *Plectus pedunculatus.* — Très nombreux, les *Plectus* n'ont été recherchés que dans les derniers dragages, d'où la faiblesse de leurs chiffres de fréquence. — *P. pedunculatus*, le plus fréquent, existe dans le littoral et la profondeur du Léman, du lac Majeur, et dans le littoral du lac des Quatre-Cantons. La station de 103 m. est la plus profonde à ce jour.

18. *Plectus cirratus*, répandu dans la terre et les eaux de l'Europe centrale et septentrionale jusqu'en Russie et au Spitzberg, paraît plus rare dans la profondeur que le précédent. Les littoraux du Léman, du lac des Quatre-Cantons (40 m.), des hauts lacs alpins, sont ses stations citées à ce jour.

19. *Plectus palustris*, connu dans le Léman (80 m.), le littoral de notre lac, en Autriche, Hollande et Allemagne, peut aussi descendre jusqu'à 38 m. dans notre lac. C'est une espèce seulement aquatique.

20. *Tylenchus* sp. — Un individu malheureusement indéterminable a été trouvé à 84 m. devant l'Areuse. *T. intermedius* est signalé jusqu'à 40 m. dans le Léman ; les deux autres espèces de ce genre trouvées en Suisse sont terrestres.

21. *Dorylaimus carteri.* — Aquatique et terrestre, cette espèce habite le Léman jusqu'à 38 m. ; elle est fréquente dans les Alpes jusqu'à 2000 et 4000 m., s'est trouvée en Angleterre, France, Allemagne, Autriche. Deux femelles seulement, appartenant à la variété *longicaudata* de Micoletzky, ont été capturées à 35-65 m.

22. *Dorylaimus fecundus* var. *helveticus.* — Ce nématode, dont le type n'a été trouvé jusqu'à présent que dans le Poto-

mac en Amérique [1], est l'une des espèces les plus fréquentes de notre lac. Cependant ni Daday, ni Hofmänner ne la mentionnent ; il y a eu certainement confusion avec le *D. stagnalis* indiqué comme fréquent à toutes les profondeurs. Mais d'après Steiner, il ne s'agit certes pas du *D. stagnalis*, et l'espèce en question se tient fort près du *D. fecundus* de Cobb dont elle ne diffère que par un nombre plus considérable de papilles préanales chez le mâle.

Le fait étonnant de deux stations aussi éloignées que le Potomac et le lac de Neuchâtel semblerait inexplicable si l'on ne se souvenait que l'étiquette de *D. stagnalis* a bien souvent été mise à la légère. Tout un groupe de formes, voisines de *D. stagnalis*, mais qui en diffèrent par des caractères constants et dont fait partie *D. fecundus*, ont été confondues sous ce même nom. Cette distribution si étonnante pourrait donc bien être ramenée à une distribution continue.

D. fecundus, var. *helveticus*, paraît donc être le Nématode caractéristique de notre lac. Le lac des Quatre-Cantons en possède deux espèces : *D. bathybius* et *D. Zschokkei*, le lac de Thoune possède *D. crassoïdes*. Y a-t-il donc, dans les espèces de ce genre, un phénomène semblable à celui qui se passe chez les Pisidies, à savoir que dans chaque bassin une espèce particulière s'est développée ? C'est ce que semblent indiquer ces *Dorylaimus* à habitat restreint ; d'autre part, il ne faut pas oublier que la faune des Nématodes libres est moins connue que celle des Mollusques, que leur étude réserve encore beaucoup de surprises et qu'il est encore trop tôt pour songer à des généralisations.

23. *Dorylaimus longicaudatus* var. *aquatilis*. — Cette variété se distingue du type principalement en ce que, chez le mâle, la queue est longue et filiforme comme chez la femelle. L'espèce est signalée encore dans le littoral du Léman, en Allemagne, Hollande, Autriche-Hongrie, dans la terre et dans l'eau. Hofmänner au Léman n'en a trouvé que des femelles ; il se pourrait donc que sa trouvaille se rapportât aussi à la variété *aquatilis* de Steiner.

Mermithidae. — Peu nombreux en individus, riches en espèces, les *Mermis* de la faune profonde se rencontrent souvent par nids. Dans tel dragage on en trouve 5 ou 6 exemplaires, puis aucun pendant longtemps. Ils paraissent essen-

[1] Nous l'avons trouvé depuis dans la profondeur du lac de Morat (30 m.).

tiellement eurybathes, et leur distribution géographique est réglée par celle de leurs hôtes.

24. *Mermis pachysoma*, 25 *Mermis aorista*, 32 *Paramermis macroposthia*, sont des espèces nouvelles créées par Steiner sur nos matériaux. Leur répartition géographique inconnue ne permet aucune conclusion à leur égard.

26. *Paramermis contorta*, var. *bathycola*, dont le type fréquente la Limmat, les lacs de l'Engadine, celui d'Oeschinen, a été trouvé une seule fois à 67 m. La variété nouvelle est intermédiaire entre *P. contorta* et *P. fluviatilis*.

27. *Paramermis zschokkei*. — Trouvée dans le lac de Silvaplana à 30 m. et dans celui des Quatre-Cantons à 10 m., cette espèce peut descendre plus bas, comme le prouve un dragage effectué à 45 m.

28. *Paramermis limnetica (= Limnomermis)*. — Insuffisamment décrite par Daday sur des exemplaires capturés à 40 et 80 m. dans le lac des Quatre-Cantons, cette espèce est difficile à reconnaître. Un mâle trouvé à 22 m. est attribué par Steiner à cette espèce.

29. *Paramermis annulosa (= Hydromermis)*, est l'espèce la plus fréquente dans le lac où 11 femelles ont été trouvées. Le type a été créé par Daday d'après une femelle capturée à 75 m. dans notre lac.

30. *Paramermis conura (= Bathymermis)*. — Une femelle trouvée à 104 m. par M. Fuhrmann a servi à établir l'espèce. Un mâle jeune a été retrouvé à la Motte à 22 m.

31. *Paramermis bathybia (= Limnomermis)*. — Trouvée d'abord dans le lac des Quatre-Cantons, à des profondeurs de 40-214 m., cette espèce fréquente aussi notre lac où deux mâles et une femelle ont été découverts à 45, 53 et 72 m.

33. *Paramermis austriaca (= Limnomermis)* a été décrit par Micoletzky d'après des exemplaires provenant de 30 m. au Lunger-Untersee. Un mâle adulte a été trouvé à 72 m. sur le flanc nord-est de la Motte.

34. *Bathymermis Fuhrmanni*. — 2 mâles et une femelle, récoltés à 99 et 104 m. par M. Fuhrmann, ont servi à décrire l'espèce. Nous en avons retrouvé 9 exemplaires, mâles et femelles, à 42, 44, 77, 85 et 103 m.

Remarques sur les Mermithidae. — Sur les 11 espèces citées, 6 sont particulières à notre lac, 3 autres (*P. zschokkei*,

P. limnetica et *P. bathybia)* sont communes aux lacs des Quatre-Cantons et de Neuchâtel, 1 autre *(P. contorta)* a une aire de distribution assez étendue et la dernière *(P. austriaca)* se rencontre dans les lacs de Lunger et de Neuchâtel. — Les seuls lacs comparables au nôtre sont ceux des Quatre-Cantons et le Vetter. Dans le premier, 14 espèces dont 11 spéciales sont signalées par Daday. Dans le second, 7 espèces, toutes particulières, ont été trouvées par Ekman.

16 dragages sur 78 ont présenté des *Mermis ;* 8 n'en présentaient qu'une espèce, 5 en possédaient 2 et 3 dragages chacun 3 espèces.

P. annulosa + *B. Fuhrmanni* 3 fois.
B. Fuhrmanni + *P. macrophostia* + *M. aorista* 1 fois.
M. pachysoma + *P. zschokkei* + *P. bathybia* 1 fois.
P. bathybia + *P. austriaca* + *B. Fuhrmanni* 1 fois.
P. contorta + *P. annulosa* 1 fois.
P. limnetica + *P. conura* 1 fois.

Remarque sur les Nématodes. — Des 23 espèces et variétés énumérées plus haut, 5 seulement sont à la fois terrestres et aquatiques. Ce sont *Alaimus primitivus* (fréquence 1), *M. filiformis* (fréquence 5), *T. papillata* (fréquence 3). *P. cirratus* (fréquence 1) et *D. carteri* (fréquence 2), toutes formes plutôt rares dans la profondeur. Les espèces bathyales sont donc celles qui sont le mieux adaptées à la vie aquatique et qui ont délaissé complètement l'habitat terrestre. Ce fait vient certainement à l'appui de la théorie de Steiner qui donne aux Nématodes une origine terrestre.

10. Nématomorphes.

Gordius aquaticus, dont la présence tout accidentelle est signalée dans les profondeurs du Léman, des lacs d'Annecy, de Joux, des Brenets, a été trouvé à 52 m. dans le cône de l'Areuse. 3 mâles, dont un vivant et 2 morts, y ont été capturés.

11. Némertiens.

Ce groupe, essentiellement marin, a passé longtemps pour n'avoir pas de représentant dans les eaux douces. Duplessis le premier a constaté qu'une espèce, son *Emea lacustris*, fré-

quentait les eaux du Léman. Depuis lors, FUHRMANN l'a retrouvée près de Bâle, LANG dans le lac de Zurich, et les trouvailles se sont multipliées. Mais nulle part encore on ne signale l'espèce comme faisant partie de la faune profonde ; il appartenait à nos recherches d'augmenter encore le nombre des groupes animaux descendant dans les profondeurs des lacs. *Prostoma lacustris* (Duplessis) a été trouvé à 23 m. et 35 m. devant l'Areuse et le Seyon, en un exemplaire chaque fois.

Ainsi, de tous les groupes animaux des eaux douces, seuls les Décapodes et quelques larves d'insectes n'ont pas encore été trouvés dans la profondeur des lacs. Ce fait montre bien comment ce milieu qui semble si spécial est en réalité ouvert aux pénétrations de toute espèce et rend manifestes les relations étroites qui existent entre la faune profonde et la faune littorale.

12. Oligochètes.

Les Oligochètes [1] forment dans notre lac la partie la plus considérable de la population en volume du moins, car en individus leur nombre est surpassé par celui des Nématodes. Il en est de même dans les autres lacs. SCHNEIDER a compté 5750 Annélides dans 10 litres de limon provenant du lac de Bienne ; en certains endroits de notre lac (Areuse), il est même dépassé de beaucoup.

Les Oligochètes ont été étudiés dans 71 dragages ; ils sont au nombre de 24 espèces.

L'ordre de fréquence est :

1. *Tubifex velutinus.*
2. *Tubifex hammoniensis.*
3. *Stylodrilus heringianus.*
4. *Tubifex tubifex.*
5. *Tubifex ferox.*
6. *Macrochaetina intermedia.*
7. *Tubifex barbatus.*
8. *Stylaria lacustris.*

Beaucoup d'espèces (10) n'ont été trouvées qu'une seule fois ; ce sont probablement des espèces erratiques, égarées dans la profondeur à l'occasion de circonstances particulièrement favorables.

[1] Déterminés tous par M. le prof. PIGUET.

Oligochètes	Profond.	Drag.	Ind.	%	Nouveaux lac	Nouveaux pr.	Districts
1. *Aeolosoma*, sp.	40 m.	1	r	1,4		+	I
2. *Paranais uncinata* (Oersted)	26-59	2	r	2,8			I, VI
3. *Chaetogaster diaphanus*, (Gruit.)	52	1	c	1,4			V
4. » *langi*, Bretscher	73	1	r	1,4		—	V
5. *Nais variabilis*, Piguet	30	1	r	1,4		+	II
6. » *pardalis*, Piguet	44	1	r	1,4		+	II
7. *Macrochaetina intermedia* Bretsch.	30-133	9	c	12,6			I, II, III, VII
8. *Stylaria lacustris*, (Linné)	12-144	6	c	8,4			I, II, VI, VII
9. *Aulodrilus pluriseta*, Piguet	30	1	6	1,4	+		II
10. *Tubifex filum*, Michaelsen	47	1	r	1,4			I
11. » *tubifex*, (Müller)	12-144	13	c c	18,3			partout
12. » *barbatus*, (Grube)	7-34	8	c c	11,2			partout
13. » *hammoniensis*, Michael.	17-144	46	c c	63,5			partout
14. » *velutinus*, (Grube)	12-144	55	c c	77,5			partout sauf V
15. » *ferox*, (Eisen)	12-80	10	c c	14			partout sauf V
16. *Limnodrilus udekemianus*, Clap.	22-23	2	r	2,8			II, VI
17. » *helveticus*, Claparède	30	1	r	1,4			II
18. » *hoffmeisteri*, Piguet	25-34	4	r	5,6			I, II
19. » *claparedeanus*, Ratzel	34-35	2	r	2,8			I, II
20. *Stylodrilus heringianus*, Clap.	9-90	24	c c	33,8			partout
21. *Lumbriculus variegatus* (Müller)	34	1	r	1,4	—		I
22. *Trichodrilus sanguineus*, (Bretsch.)	44	1	r	1,4			II
23. *Enchytréidée*, gen. sp. ?	12-40	2	r	2,8			II, VI
24. *Dorydrilus michaelseni*, Piguet	18-104						PIGUET

Le nombre des espèces suisses est, d'après PIGUET, de 194. Nous obtenons donc le tableau suivant, qui compare les différentes faunes.

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. profonde	Rapports : B : A	C : A	C : B
familles	8	5	5	62,5 %	62,5 %	100 %
genres	42	16	14	38 %	33 %	87 %
espèces	194	35	24	18 %	12 %	68 %

Les 68 % des espèces du lac descendent dans la profondeur ; les espèces qui restent cantonées dans le littoral appartiennent surtout à la famille des Naïdées. Ce sont : *Aelosoma* sp., *Chaetogaster diastrophus*, *Ophidonais serpentina*, *Nais bretscheri*, *N. josinae*, *N. obtusa*, *N. pseudobtusa*, *N. simplex*, *N. blanci*, *N. communis*, *Dero perrieri*, *Pristina aequiseta*.

Les coefficients génériques des 3 faunes sont 0,21 — 0,36 — 0,57 ; comme d'ordinaire, ils croissent à mesure que le milieu s'uniformise.

Le nombre des espèces diminue avec la profondeur ; entre 30 et 40 m., une chute brusque semble indiquer une limite naturelle.

Jusqu'à 20 m.	— 24 espèces	de 50 à 60 m.	— 9 espèces
de 20 à 30 m.	— 23 »	de 60 à 80 m.	— 7 »
de 30 à 40 m.	— 14 »	de 80 à 100 m.	— 5 »
de 40 à 50 m.	— 10 »	de 100 à 144 m.	— 4 »

Les associations d'espèces sont très fréquentes ; voici les principales. D'abord les association à 2 espèces.

T. velutinus + *T. hammoniensis* 21 fois.
T. velutinus + *S. heringianus* 6 fois.
T. velutinus + *T. tubifex* 2 fois.
T. velutinus + *T. ferox* 1 fois.
T. hammoniensis + *S. heringianus* 2 fois.
T. hammoniensis + *T. tubifex* 1 fois.
T. heringianus + *T. tubifex* 1 fois.

Puis les associations à 3.

T. velutinus + *T. hammoniensis* + *S. heringianus* 9 fois.
T. velutinus + *T. hammoniensis* + *T. tubifex* 2 fois.
T. velutinus + *T. hammoniensis* + *T. ferox* 5 fois.
T. velutinus + *T. tubifex* + *T. ferox* 2 fois.
T. hammoniensis + *S. heringianus* + *T. tubifex* 2 fois.
Enfin : *T. velutinus* + *T. hammoniensis* + *S. heringianus* + *T. ferox* 2 fois.

L'association la plus fréquente est celle de *T. velutinus* + *T. hammoniensis* trouvée 21 fois seule et 18 fois avec d'autres espèces ; elle paraît exister surtout dans la profondeur, car au-dessous de 90 m. elle est presque uniquement réalisée. — Au contraire l'association *T. velutinus* + *S. heringianus*, réalisée seule 6 fois, avec d'autres 11 fois, caractérise surtout les zones semi-profonde et sublittorale de 12 à 90 m.

La comparaison de notre faune d'Annélides avec celle d'autres lacs est intéressante. Elle est résumée dans le tableau

suivant qui donne, à l'intersection de deux lignes, le nombre d'espèces communes aux deux lacs :

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Br. Th.	Lugano	Vetter
Léman . . .	18	13	9	4	8	10
Neuchâtel. . .		24	9	5	9	10
Quatre-Cantons .			13	4	7	6
Brienz et Thoune				5	4	4
Lugano . . .					13	6
Vetter . . .						13
Espèces partic. :	2	5	1	0	0	1

Il résulte de ce tableau que le lac qui présente le plus d'analogie avec le nôtre est le Léman ; la principale différence réside dans le fait que *Bythonomus lemani*, très abondant au Léman, n'a pas encore été trouvé dans le lac de Neuchâtel. Les espèces communes à ces deux lacs sont les n°s 2 — 3 — 7 — 8 — 11 — 12 — 13 — 14 — 15 — 16 — 18 — 20 — 22 de notre liste.

Les espèces communes aux lacs des Quatre-Cantons et de Neuchâtel sont les n°s 2 — 3 — 8 — 10 — 11 — 13 — 15 — 19 et 20. Celles communes à notre lac et ceux de Brienz et de Thoune sont les n°s 8 — 11 — 15 — 20 et 21. Celles qui sont communes avec le lac de Lugano sont les n°s 8 — 10 — 11 — 12 — 13 — 14 — 15 et 20. Enfin celles communes avec le Vetter sont les n°s 3 — 7 — 8 — 11 — 12 — 13 — 15 — 17 — 18 — 20 de notre liste générale. 3 espèces seules sont communes aux 6 lacs ; ce sont : *Stylaria lacustris*, *Tubifex ferox* et *Stylodrilus heringianus*.

Ce que le lac de Neuchâtel offre de bien caractéristique, ce sont les espèces des g. *Aelosoma*, *Chaetogaster*, *Naïs*, *Aulodrilus*, *Limnodrilus*, *Lumbriculus*, c'est-à-dire surtout des Naïdées, habitant les rivages et s'aventurant dans la profondeur. Cette faune littorale pénètre dans notre lac plus profondément que dans les lacs voisins et sa faune profonde doit à cette circonstance sa richesse toute spéciale.

1. *Aelosoma* sp. — Ce ver, non déterminé spécifiquement, a été trouvé par M. Fuhrmann. Les espèces de ce genre habitent ordinairement les plantes aquatiques et la vase ; leur présence dans la profondeur paraît donc exceptionnelle.

2. *Paranais uncinata*. — Déjà mentionnée dans le Léman (50 m.), le lac des Quatre-Cantons (35 m.), cette espèce est fréquente dans le littoral de plusieurs lacs suisses. Sa présence à 59 m. est la plus profonde observée.

3. *Chaetogaster diaphanus* descend à 135 m. dans le lac des Quatre-Cantons. Il a trouvé dans le cône de l'Areuse, à cause de l'abondance des débris, un milieu favorable à sa multiplication.

4. *Chaetogaster langi*, signalé dans les tourbières, fréquente aussi les rivières et le littoral des lacs, parmi les plantes et les pilotis. Il est nouveau pour la faune profonde.

5. *Nais variabilis* et 6. *N. pardalis* habitent les étangs, les tourbières, les ruisseaux, les lacs. Tous deux sont signalés dans le Seyon ; leur présence devant l'embouchure de ce ruisseau, à 30 et 44 m., n'a donc rien d'extraordinaire.

7. *Macrochaetina intermedia.* — La répartition de cette espèce est fort différente de celle des Tubifex. Tandis que ceux-ci sont répartis à peu près uniformément dans le lac, *M. intermedia* existe à l'état de cités plus ou moins isolées, à population dense. Il est connu dans le Léman (1 exemplaire à 120 m.), dans le littoral du lac de Zurich et dans la Limmat. Les nombreux dragages qui l'ont contenu établissent sans conteste son adaptation à la faune profonde.

8. *Stylaria lacustris* est signalée un peu partout dans la faune profonde. Dans nos dragages, elle s'est montrée toujours disséminée et en petit nombre d'individus. La station la plus profonde est de 160 m. dans le lac de Constance.

9. *Aulodrilus pluriseta.* — Cette espèce rare, signalée dans la Seime, le Léman (45 m.), le Seyon et près de Zurich, a été trouvée à 30 m. devant le Seyon, où sa présence s'explique d'elle-même.

10. *Tubifex filum* habite normalement la profondeur du Ceresio (95 m.). Dans notre lac il paraît, au contraire, exceptionnel et n'a été trouvé qu'une fois à 47 m.

11. *Tubifex tubifex.* — Répandue partout, nullement caractéristique de la profondeur, cette espèce cosmopolite est très fréquente dans notre lac. Ekman, dans le Vetter, la trouve cantonée presque exclusivement dans le sédiment « vollgyttja », ce qui s'explique par le fait que ce sédiment est très riche en matières organiques.

12. *Tubifex barbatus.* — Observé à 120 m. dans le Léman, à 90 m. dans le Ceresio, il peut aussi descendre à des profondeurs comparables dans notre lac. Toutefois nous ne l'avons pas trouvé au-dessous de 34 m.

13. *Tubifex hammoniensis.* — Très fréquente dans le lac, où elle descend jusqu'à 144 m., cette espèce est signalée aussi dans la plupart des lacs suisses et les lacs insubriens, où elle fréquente le littoral aussi bien que la profondeur. Ce ver existe aussi dans les étangs, ruisseaux, eaux tourbeuses, etc., et ne peut donc passer pour caractéristique de la profondeur.

14. *Tubifex velutinus.* — Cette espèce constitue certainement la plus grande partie de la faune profonde de notre lac. Ailleurs aussi, elle est très richement représentée, quoique Zschokke ne l'ait pas trouvée et que Fehlmann n'en indique que 3 exemplaires. Ce ver habite aussi le littoral des lacs, les sources des environs de Bâle, un fossé près de Lugano. Remarquons qu'il s'est trouvé à 12 m. à la Motte, mais qu'il semble éviter le cône de l'Areuse et les stations où les débris végétaux abondent. Il ne paraît pas exister en Suède ni dans les hauts lacs alpins. Son habitat préféré est donc les grands lacs glaciaires du plateau suisse ; son origine semble donc être alpine. Il ne paraît pas être sténotherme d'eau froide puisqu'il fréquente le littoral des lacs et même des fossés ; mais le fait qu'il évite le cône de l'Areuse autorise à penser que les conditions favorables à son existence sont, plutôt qu'une température basse, une eau pure, oxygénée, exempte de produits organiques en dissolution. La lenteur de ses mouvements empêche le renouvellement continuel de l'eau à sa surface, et il doit suppléer à cela par le choix d'une eau très oxygénée.

15. *Tubifex ferox.* — Quoique très voisin du précédent, ce ver présente une distribution différente. Il préfère les hauts lacs alpins, est très fréquent en Suède. Il existe en grand nombre dans le Ceresio, dans le lac des Quatre-Cantons, mais est supplanté par *T. velutinus* dans notre lac et le Léman. Enfin on l'a trouvé dans des mares et des étangs élevés, dans des fossés tourbeux ; il ne saurait être compté parmi les espèces spéciales à la profondeur.

16. *Limnodrilus udekemianus.* — Connu dans le littoral de divers lacs, des étangs et des rivières, il s'est trouvé à la Motte à 22 et 23 m. Il est encore connu dans la zone sublittorale du Léman.

17. *Limnodrilus helveticus.* — Connu à 55 m. dans le Léman, à 112 m. dans le Vetter, cet Oligochète n'a été trouvé qu'une fois à 30 m. devant le Seyon.

18. *Limnodrilus hoffmeisteri.* — Plus commun que le précédent, il habite le Léman jusqu'à 120 m., divers lacs suisses, des étangs, des rivières, le Vetter jusqu'à 39 m. Quatre dragages (25-34 m.) l'ont livré en compagnie parfois de *L. claparedeanus.*

19. *Limnodrilus claparedeanus.* — Bretscher et Zschokke l'ont trouvé dans le lac des Quatre-Cantons à 195 m. de profondeur. Nos pêches le mentionnent à 34 et 35 m. devant le Port du Seyon.

20. *Stylodrilus heringianus*, très répandu dans toutes les régions de notre lac, est signalé dans le littoral et la profondeur des lacs du Plateau suisse et les lacs insubriens. Dans le Vetter, il fréquente tous les types de sédiments. Il s'agit d'une espèce résistante, s'acclimatant à des conditions très variées.

21. *Lumbriculus variegatus.* — Très répandu dans nos Alpes et les montagnes scandinaves où il habite la vase, les plantes aquatiques, les tourbières, il était signalé à 35 m. dans le lac de Thoune. Il avait échappé dans notre lac, avec *Bythonomus lemani*, aux recherches de Piguet. Un exemplaire à 34 m. établit sa présence dans notre lac, tandis que *B. lemani* se dérobe encore à nos recherches.

22. *Trichodrilus sanguineus* est connu à 80 m. dans le Léman, à 28 m. dans notre lac, dans le Majeur et dans un ruisseau près d'Oerlikon. Nous ne l'avons trouvé qu'une fois à 44 m.

23. *Enchytréidée.* — Une espèce de cette famille, indéterminable, est déjà citée dans la profondeur par Fehlmann à 270 m.

24. *Dorydrilus michaelseni* est cité à 104 m. par Piguet. Nous n'avons pas été assez heureux pour retrouver cette espèce, particulière à la faune profonde de notre lac.

13. Hirudinées.[1]

La présence des Hirudinées, animaux de grande taille et carnivores, ayant besoin de proies volumineuses pour vivre, est accidentelle dans la profondeur. Toutefois, dans certains endroits où une accumulation considérable de débris végétaux permet une abondante population en *Tubifex*, *Limnées*

[1] Déterminées par M. le Dr Weber, Neuchâtel.

et *Dendrocoelum*, les sangsues peuvent prospérer et se maintenir. Or, de telles conditions sont remplies dans le cône de l'Areuse.

Jusqu'à présent, 2 espèces seulement ont été signalées dans la profondeur. 1° *Glossosiphonia complanata* est citée par von Hofsten à 35 m. dans le lac de Thoune. Fehlmann indique aussi une *Glossosiphonia* mais sans détermination d'espèce. 2° *Piscicola geometra* a été trouvée fréquemment dans le Léman, les lacs des Quatre-Cantons (32 à 90 m.), de Brienz (60 m.), de Thoune (40 m.), de Constance et enfin dans le Vetter où 10 exemplaires environ sont cités entre 15 et 39 m. — C'est en cette courte notice que se résument toutes nos connaissances sur les Hirudinées profondes. Nos recherches les élargissent toutefois dans de grandes proportions.

Hirudinées	Prof.	Drag.	Ind.	Nouv. f. pr.	District
1. *Piscicola geometra*, L.	30 m.	1	2		I
2. *Glossosiphonia complanata*, L.	35-120	3	4		I, V
3. *Helobdella stagnalis*, L.	9-52	4	5	+	II, V, VI
4. *Herpobdella octoculata*, L.	73	1	1	—	V
5. *Herpobdella atomaria*, Carena	38-73	3	5	+	V

1. *Piscicola geometra* se fixe sur les Poissons qu'elle quitte par moments. Les pêcheurs la rencontrent parfois sur les filets de fond longtemps immergés. Il est étonnant que nous ne l'ayons pas trouvée plus fréquemment. Elle est commune dans toute l'Europe centrale et septentrionale.

2. *Glossosiphonia complanata* s'est trouvée 3 fois dont 2 devant l'Areuse. La troisième station, 120 m. devant Neuchâtel, se rapporte à une sangsue non déterminée mais munie de 6 yeux, mentionnée dans une liste de M. Fuhrmann. Elle se nourrit de Limnées mais s'attaque aussi aux larves de Chironomides. En Suisse, elle est mentionnée en Thurgovie et dans les environs de Berne, les lacs de Brienz, Thoune, Morat, etc. Elle est commune en Europe et dans les Etats-Unis.

3. *Helobdella stagnalis*, dont 3 exemplaires furent trouvés à l'Areuse, 1 sur la Motte et 1 dans le cône du Seyon, est très fréquente dans les eaux courantes ou tranquilles, parmi les plantes ou sous les pierres. Elle se nourrit de mollusques et de vers ; les espèces suivantes fréquentaient les lieux où ces sangsues furent découvertes : *T. tubifex*, *Chaetogaster dia-*

phanus, *T. barbatus*, *Stylodrilus heringianus*, *Limnodrilus udekemianus*, *Bythinia tentaculata*, *Valvata antiqua*, *Planorbis contortus* et *carinatus*, *Pisidium foreli* et *urinator*. — Cette espèce est commune dans toute l'Europe, l'Amérique et une partie de l'Asie.

4. *Herpobdella octoculata* a été trouvée une seule fois dans un dragage contenant *Valvata depressa*, *V. lacustris* et de nombreux *Tubifex*. Elle est répandue dans toute l'Europe.

5. *Herpobdella atomaria*. — Très fréquente dans les eaux courantes et tranquilles, cette espèce descend, à la faveur du cône de l'Areuse, à 73 m. de profondeur. Des *Tubifex*, *Limnea* et *Dendrocœlum* assurent sa nourriture. En Suisse elle est mentionnée dans les lacs de Thoune, Brienz, Bienne, Morat et les environs de Berne.

Aucune de ces espèces ne peut donc passer pour acclimatée définitivement à la profondeur. Il est à remarquer toutefois que ni l'obscurité, ni la pression considérable, ni la température basse et uniforme n'ont rebuté ces espèces. Elles ont trouvé dans le cône de l'Areuse une nourriture abondante et cette condition a suffi pour leur permettre le séjour à ces profondeurs. Partout ailleurs une population clairsemée de petites espèces ne leur fournit qu'une alimentation précaire et ne permet pas leur développement. Huit dragages ont été effectués à l'Areuse, 6 parmi eux contenaient des sangsues : ce fait montre bien l'influence prépondérante des conditions d'alimentation sur la répartition d'une espèce quelconque.

14. Cladocères.

Les premiers Cladocères de la faune profonde ont été signalés par Forel (1884) qui nomme 6 espèces, *Eurycercus lamellatus*, *Camptocercus macrurus*, *Alona quadrangularis*, *Iliocryptus acutifrons*, *Sida crystallina* et *Pleuroxus* sp. Duplessis y ajoute *Acantholebris curvirostris*. Plus tard, Zschokke ne trouve dans le lac des Quatre-Cantons que *Sida crystallina* (32 m.) et *Eurycercus lamellatus* (120 m.). Von Hofsten en cite 5 espèces, dont 1 est nouvelle pour la faune profonde : *Scapholebris mucronata*, — presque toutes recueillies dans le lac de Thoune, de 25 à 100 m. — Fehlmann ne mentionne, dans le Ceresio, que *Sida crystallina* et *Daphnia longispina*, mais cette dernière est une forme franchement pélagique qui ne peut être comptée. Dans le Vetter, Ekman

Cladocères	Prof.	Nombre dr.	Nombre ind.	%	Nouv. lac.	Nouv. l.pr.	Spé.[1]	Mois	Districts
1. *Sida crystallina limnetica*, (Burk)	25-139	7	c.	6				2, 5, 6	I, III, IV, V, VII, VIII
2. *Latona setifera*, (O.-F. Müller)	22	1	1	1	+	+	+	9	VI
3. *Simocephalus vetulus*, Schœdler	105	1	1♂	1				6	III, IV, VII
4. *Macrothrix hirsuticornis*, Nor. & Bral.	30	1	1	1			+	10	II
5. *Iliocryptus sordidus*, (Lievin)	12-84	10	c.	9			+	3, 5, 8, 9, 10	II, III, V, VI
6. » *agilis*, Kurz	30	1	1	1	+	+	+	10	II
7. » *acutifrons*, Sars G.-O.	30-45	2	4	2				9, 10	II
8. *Eurycercus lamellatus* (O.-F. Müller)	11-12	2	3	2				8	VI
9. *Camptocercus rectirostris*, Schœdler	12-67	7	c.	6	+	+	+	4, 9, 10, 11	II, III, VI
10. *Acroperus angustatus*, Sars G.-O.	28	1	1	1		+	+	8	V
11. *Leydigia quadrangularis*, Leydig	30-84	5	c.	5			+	3, 9, 10	I, II, V
12. *Alona affinis*, (Leydig)	17-114	22	c.c.	20				3, 4, 5, 8 à 11	I, II, III, V à VII
13. » *quadrangularis*, (O.-F. Müller)	12-105	16	c.c.	14				2, 5, 6, 8, 9, 10	I, II, III, IV, V, VI
14. » *costata*, Sars G.-O.	35-114	3	—	3			+	3, 10	I, VII
15. » *rectangula*, Sars G.-O.	28	1	2	1		+	+	8	V
16. *Rynchotalona rostrata*, (Koch)	47-114	3	r.	3		+	+	10	I, II, III, VII
17. *Peracantha Fuhrmanni*, Mihi	28-45	2	3	1	+	+	+	8, 10	III, V
18. *Pleuroxus trigonellus*, (O.-F. Müller)	30-85	9	c.	8		+	+	9, 10, 11	II, III
19. » *uncinatus*, Baird	12-65	9	c.	8				3, 9, 10, 11	I, II, III, V, VI
20. » *aduncus*, (Jurine)	35	1	—	1			+	11	III
21. *Monospilus dispar*, Sars G.-O.	16-84	7	c.	6				4, 5, 9, 10, 11	I, II, III, V
22. *Anchistrophus emarginatus*, Sars	12	1	2	1		+	+	8	VI
23. *Chydorus sphaericus*, (O.-F. Müller)	30-144	10	c.c.	9				3 à 5, 9 à 11	I, III, V, VII
24. » *globosus*, Baird	28	1	1	1		+	+	8	V
25. » *piger*, Sars	12-88	11	c.	10			+	3, 4, 7, 8, 10, 11	II, III, V, VIII

[1] Trouvée seulement dans notre lac.

énumère 10 espèces, dont 2 trouvées à l'état de carapace. Enfin Zschokke, réunissant toutes les données, signale 19 espèces, dont 9 sont spéciales à la profondeur de notre lac. Ainsi dans l'ensemble de tous les lacs de l'Europe centrale 10 espèces seulement ont été découvertes dans la faune profonde. A cette pauvreté s'oppose nettement la splendide richesse de notre lac où nous avons découvert 25 espèces. Il s'agit avant tout d'espèces littorales ; nous retrouvons dont ici le caractère essentiel de notre faune profonde, c'est-à-dire son envahissement progressif par les espèces venues du rivage.

L'ordre de fréquence est, pour les principales espèces :

1. *Alona affinis.*
2. *A. quadrangularis.*
3. *Chydorus piger.*
4. *Iliocryptus sordidus. Ch. sphaericus.*
5. *Pleuroxus trigonellus. P. uncinatus.*
6. *Sida crystallina. Camptocercus rectirostris. Monospilus dispar.*
7. *Leydigia quadrangularis.*
8. *Alona costata. R. rostrata.*
9. *I. acutifrons. E. lamellatus.*

La famille à laquelle appartiennent la plupart de ces espèces est celle des Chydoridées qui compte en Suisse 16 genres et 37 espèces parmi lesquelles nous avons trouvé, dans la faune profonde, 11 genres et 18 espèces, soit le 69 % et le 48 %.

Comparée à la faune du lac et à la faune suisse, qui contient le quart des espèces connues, nous trouvons les résultats suivants :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports : B : A	C : A	C : B
familles	8	7	3	87 %	37 %	43 %
genres	34	26	16	76 %	47 %	61 %
espèces	73	45	25	61 %	34 %	55 %

Les coefficients génériques des 3 faunes, augmentant de A en C, sont respectivement 0,46 — 0,58 — 0, 64.

Le classement du nombre d'espèces suivant la profondeur fournit le tableau suivant :

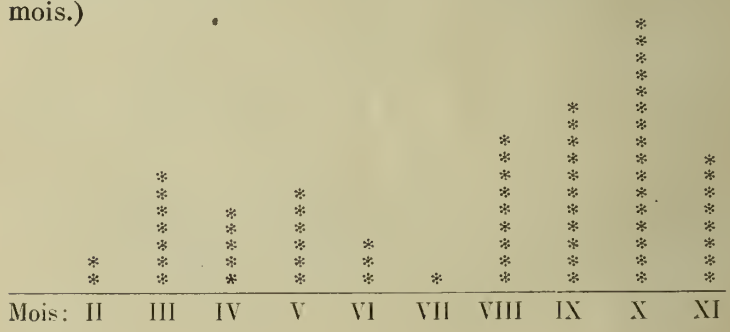
De 0 à 10 m.	25	espèces	De 0 à 60 m.	14	espèces
0 à 20 m.	23	»	0 à 80 m.	12	»
0 à 30 m.	19	»	0 à 100 m.	7	»
0 à 40 m.	17	»	0 à 110 m.	3	»
0 à 50 m.	15	»	0 à 144 m.	2	»

51 dragages sur 109 ont fourni des Cladocères ; ordinairement une seule espèce se trouve par dragage (dans 25 cas). Parfois plusieurs espèces cohabitent le même endroit et sont recueillies ensemble par la drague. Ainsi :

7	dragages	ont fourni	chacun	2	espèces
6	»	»	»	3	»
4	»	»	»	4	»
6	»	»	»	5	»
2	»	»	»	7	»
1	dragage à 30 m. le 24/X			10	»

Les associations d'espèces les plus fréquentes sont *A. affinis* + *A. quadrangularis*, 7 fois. — *A. affinis* + *C. sphaericus*, 5 fois. — *A. affinis* + *I. sordidus*, 5 fois. — *A. quadrangularis* + *I. sordidus*, 5 fois. L'association des 3 espèces citées par Zschokke comme purement sténothermes d'eau froide *(M. hirsuticornis, I. acutifrons, C. piger)* ne s'est pas réalisée. Une fois seulement on en trouve deux, en compagnie, il est vrai, de 8 autres espèces d'allure plus cosmopolite.

La distribution des espèces dans le temps est, pour ces Crustacés, loin d'être uniforme. Weissmann distingue parmi eux des espèces *acycliques*, caractérisant la faune pélagique, *monocycliques* et *polycycliques ;* ces dernières étant propres, d'après Zschokke, aux hauts lacs alpins. La plupart de nos Cladocères ayant été trouvés porteurs d'œufs, le tableau suivant contribuera à éclaircir cette question. (Le nombre d'astérisques correspond au nombre d'espèces trouvées dans le mois.)



Les Cladocères se trouvent donc dans la profondeur de préférence au printemps et en automne. *Sida crystallina* n'a été trouvée qu'au printemps, d'autres (n°s 2, 4, 6, 7, 16, 17, 18, 20) seulement en automne; la plupart à la fois en automne et au printemps. L'été paraît leur être défavorable.

1. *Sida crystallina*, signalée dans toute l'Europe, en Asie, Amérique, est une espèce cosmopolite au premier chef. Dans la faune profonde, elle est citée par Forel, Zschokke et Fehlmann. Elle semble vivre dans les couches d'eau superposées immédiatement à la vase ; souvent nous l'avons observée se reposant sur le limon ou courant à sa surface, ce que ne font jamais les espèces pélagiques ramenées par la drague. La station de 139 m. est la plus profonde connue. Stingelin la croit monocyclique dans les mois de novembre et décembre ; nos observations ne s'accordent pas avec cette opinion, puisque nous ne l'avons trouvée qu'au printemps.

2. *Latona setifera.* — Ce somptueux et rarissime Cladocère n'a été trouvé, jusqu'à présent, que 3 fois en Suisse (lacs de Saint-Blaise, de Seelisberg, de Constance). Herr (1917) le mentionne dans 12 étangs d'Allemagne, souvent en grande quantité. Il existe encore en Suède, Norvège, Danemark, Angleterre, Finlande, au Groenland et dans le lac Michigan. Zschokke dit à son sujet : « Genauere Naturforschungen werden auch vielleicht *L. setifera* in die Liste der Tiefentiere einreihen. » Il était réservé à nos recherches de combler cette lacune et d'accomplir les prévisions de Zschokke. Un exemplaire, magnifiquement coloré de violet améthyste et de vert émeraude, porteur de 5 œufs, a été trouvé à 22 m. sur les flancs de la Motte. La présence en Suisse de cette espèce nordique démontre une fois de plus la parenté des faunes suisse et arctique.

3. *Simocephalus vetulus.* — Mentionnée un peu partout en Suisse, cette espèce résistante et cosmopolite descend aussi dans la profondeur des lacs d'Annecy (Imhof et Roux) et de Thoune (von Hofsten). Un mâle trouvé à 105 m. établit son record de profondeur.

4. *Macrothrix hirsuticornis* est compté par Ekman parmi les espèces de sténothermie froide peu prononcée. Cité en France, Espagne, Allemagne, Bohême, son origine nordique est loin d'être certaine. Thiébaud l'a trouvé dans notre lac à 40 m. ; nous l'avons revu à 30 m.

5. *Iliocryptus sordidus.* — Ce Cladocère cosmopolite, limicole, vivant toujours dans la vase où il se meut gauchement sans craindre de souiller sa robe, devait descendre dans la profondeur. THIÉBAUD, le premier, le signale à 40 m. ; nous l'avons retrouvé souvent et jusqu'à 84 m. Une fois même, il s'est montré si abondant dans un dragage à 30 m., en compagnie des deux autres espèces du genre, que nous l'avons donné comme espèce dominante [1].

6. *Iliocryptus agilis*, connu en Suisse aux environs de Bâle, en Italie dans le lac de Varèse, en Allemagne (HERR 1917, WEIGOLD 1910) où il paraît de juin à septembre, est rare en Suède, en Bohême, en Finlande. Jamais signalé dans la faune profonde, il y trouve cependant des conditions favorables, puisqu'il descend à 30 m. dans notre lac.

7. *Iliocryptus acutifrons.* — Mentionnée par FOREL sous le nom de *Moina bathycola* à 100 m. dans le Léman, par LILLJEBORG dans les lacs suédois, citée encore dans le Ladoga à 198 m., en Allemagne, Bohême, Angleterre et Etats-Unis, cette espèce est comptée par ZSCHOKKE parmi les sténothermes d'eau froide. Mais HERR (p. 75) dit à son sujet : « Bemerkenswert ist, dass *I. acutifrons*, der von allen Forschen als stenothermer Kaltwasserbewohner angesprochen wird, sich völlig den eigenartigen Bedingungen des Gebiets angepasst hat. Da der Art... ein kurzer Zyklus aufgezwungen ist, verhält sie sich wie eine ausgesprochene Sommerform. Ihre Geschlechtsperiode dauert von Juni bis September. » Son aire de distribution indique bien une origine arctique ; mais elle s'est montrée capable de modifier ses habitudes, suivant le milieu. — Peu fréquente dans notre lac, nous ne l'avons trouvée que deux fois, en compagnie de *I. sordidus.*

8. *Eurycercus lamellatus.* — Très souvent trouvée par ZSCHOKKE (120 m.), par FOREL (120 m.), par VON HOFSTEN (35 m.), cette espèce n'est citée par THIÉBAUD que dans le littoral et par nous-même à la Motte. Descendant si bas du Léman et au lac des Quatre-Cantons, il est probable que des recherches plus heureuses la signaleront au-dessous de 30 m. dans notre lac. Sa période sexuelle échoit en octobre (HERR).

9. *Camptocercus rectirostris*, signalé seulement au lac de Saint-Blaise, a été vraisemblablement confondu ailleurs avec *C. macrurus*, qui n'en doit être qu'une variété locale. STINGELIN tient pour douteuses les citations de *C. macrurus* et les attribue à *C. rectirostris.* Ce dernier, très typique, a été trouvé

[1] Nous l'avons retrouvé depuis lors dans la profondeur du lac de Morat (30 m.).

à 12 m. et 67 m. Il est connu encore dans l'Europe centrale, orientale, septentrionale et aux Etats-Unis.

10. *Acroperus angustatus.* — Connue dans l'Europe centrale, orientale et septentrionale, dans les Etats-Unis, cette espèce est assez fréquente en Suisse et fut trouvée notamment dans notre littoral. Elle est nouvelle pour la faune profonde.

11. *Leydigia quadrangularis.* — Cette jolie forme, qu'on trouve isolément en Suisse, Allemagne, Autriche, France, Russie, Etats-Unis, est signalée dans la profondeur par Thiébaud (40 m.) et Lilljeborg (Mölar. 20-30 Faden). La station de 84 m. est la plus profonde connue.

12. *Alona affinis.* 13. *Alona quadrangularis.* — Ces deux espèces, cosmopolites, réunies parfois par certains auteurs, à tort croyons-nous, sont déjà citées maintes fois dans la faune profonde. Nos dragages les ont ramenées souvent, en des districts divers et jusqu'à 120 m. Elles paraissent très adaptées à la faune profonde.

14. *Alona costata*, également cosmopolite, habite les mares, les marais, le littoral des lacs. Trois dragages de M. Fuhrmann l'ont ramenée, mais nous n'avons pu la retrouver.

15. *Alona rectangula*, très répandue en Europe, citée dans le littoral de notre lac, a été trouvée à 28 m. dans un seul dragage, avec *Acroperus angustatus* et *Chydorus globosus.*

16. *Rynchotalona rostrata.* — L'un des exemplaires trouvés présentait une variation intéressante ; le postabdomen typique était celui de *R. rostrata*, tandis que le rostre, courbé en arrière, rappelait celui de *R. falcata.* — L'espèce est connue en beaucoup d'endroits, en Suisse, Italie du nord, Europe centrale et septentrionale, Etats-Unis.

17. *Peracantha Fuhrmanni* diffère assez de *P. truncata* pour que nous ayons cru devoir l'en séparer. Des débris de *P. truncata* ont été découverts par Ekman à 39 m., un exemplaire mort par von Hofsten à 45 m.

18. *Pleuroxus trigonellus* est connu dans toute l'Europe, l'Asie centrale, les Etats-Unis, l'Egypte. Il est nouveau pour la faune profonde.

19. *Pleuroxus uncinatus*, commun dans l'Europe centrale et septentrionale, fut trouvé à 40 m. par Thiébaud. Notre trouvaille à 65 m. établit son record en profondeur.

20. *Pleuroxus aduncus.* — Cette espèce cosmopolite est assez fréquente en Suisse. Thiébaud l'a trouvée à 20 m. et nous-même à 35 m.

21. *Monospilus dispar*, limicole, sans yeux, répandu dans toute l'Europe et l'Amérique du nord, était prédestiné à descendre dans la profondeur, comme toutes les espèces limicoles. THIÉBAUD le trouve jusqu'à 30 m., BREHM jusqu'à 64 m. dans l'Achensee, LILLJEBORG jusqu'à 12 Faden dans le Mœlar. Nos pêches établissent son record en profondeur (84 m.).

22. *Anchistrophus emarginatus*, mentionné en Suisse dans les lacs de Saint-Blaise et de Neuchâtel, s'est trouvé à 12 m. à la Motte. Sa distribution restreinte (Suède, Norvège, Finlande, Angleterre) en fait peut-être une espèce d'origine arctique.

23. *Chydorus sphaericus*. 24. *C. globosus* sont deux espèces communes et cosmopolites, surtout la première qui descend fréquemment dans la profondeur. Elle y est indiquée par THIÉBAUD (65 m.), VON HOFSTEN (25 m.) et ZSCHOKKE (du Lünersee). Le dragage le plus profond (144 m.) en contenait quelques exemplaires. — *C. globosus* ne s'est trouvé qu'une fois, à 28 m., en un exemplaire bien typique, quoique un peu plus petit que la normale.

25. *Chydorus piger* est tenu, par ZSCHOKKE, pour une espèce purement sténotherme d'eau froide. Elle ne peut toutefois passer pour être d'origine nordique puisque DELACHAUX vient de la retrouver dans les Andes du Pérou. Nous l'avons trouvée de 12 m. (variation annuelle de température 14°) jusqu'à 88 m.

En résumé, la plupart des Cladocères énumérés sont des espèces cosmopolites et eurythermes. Ils sont erratiques dans la profondeur à l'exception de *Iliocryptus sordidus*, *Alona affinis*, *Alona quadrangularis* et *Monospilus dispar*. Quatre seulement peuvent passer pour être d'origine arctique.

Tableau des espèces communes.

	Léman	Neuchâtel	Quat.-Cant.	Br., Th.	Lugano	Vetter
Léman	6	5	2	2	1	2
Neuchâtel . . .		25	2	4	1	5
Quatre-Cantons .			2	1	1	1
Brienz, Thoune .				5	0	0
Lugano . . .					1	0
Vetter						10
Espèces spéciales	1	16	0	1	0	5

15. Ostracodes.

Les Ostracodes, plus que les Cladocères, jouent un rôle important dans la biologie des profondeurs lacustres. Les premiers auteurs (Forel, Asper, Imhof, Duplessis) mentionnent, outre des *Candona* et *Cypris* non déterminés spécifiquement, 4 espèces qui sont *Cytheridea lacustris (Acanthopus resistans)*, *Limnocythere sancti-patrici (A. elongatus)*, *Cyclocypris laevis (Cypris minuta)* et *Candona candida (C. lucens)*. Puis les belles recherches de Kaufmann mettent au jour des Cytheridées intéressantes et cantonées particulièrement dans les abysses de nos lacs. Enfin les récents auteurs de la faune profonde montrent cette richesse en Ostracodes par la découverte de 6 espèces dans le lac des Quatre-Cantons (Zschokke), de 11 dans les lacs de Brienz et Thoune (von Hofsten), de 3 dans le Ceresio (Fehlmann) de 10 dans le Vetter (Ekman). Jusqu'à ce jour, d'après Zschokke, 14 Cypridées et 3 Cytheridées sont citées dans la faune profonde des lacs de l'Europe centrale.

Les Ostracodes du lac sont déjà connus par les travaux de Kaufmann et Thiébaud. Nos pêches ont livré 13 espèces, une variété nouvelle, et deux formes de *Candona* indécises qui sont peut-être des espèces nouvelles. Les Ostracodes ont été étudiés dans 66 dragages.

Ostracodes	Profond.	Nombre drag.	Nombre ind.	%	[1]	Districts
1. *Cyclocypris laevis*, O.-F. Mül. Vavra	9-84	6	c.	9	L.	V, VI
2. » *pygmaea*, Cronbg.	8-73	13	c.	20		II, III, V, VI, VIII
3. » *serena*, Koch	22-84	6	c.	9		II, V, VI
4. *Cypria ophtalmica*, (Jurine)	8-144	59	c.c.	90	P.	partout
5. » » *v. punctata*, nov.var.	8-52	9	c.	14		II, III, V, VI
6. *Candona candida*, O.-F. Mül. Vavra	30-144	31	c.	47	P.	partout
7. » *neglecta*, Sars	12-139	44	c.	66		partout
8. » *studeri*, Kaufmann	12-139	8	a.r.	12	P.	partout
9. *Iliocypris lacustris*, Kaufmann	35-139	8	a.r.	12	P.	II, III, VII, VIII
10. *Herpetocypris reptans*, (Baird)	30	1	1	1		III
11. *Cypridopsis vidua*, (O.-F. Müller)	35-72	13	c.	20	L.P.	I, II, III, V
12. *Cytheridea lacustris*, (Sars)	8-144	27	c.	41	P.	part. sauf V
13. *Leucocythere mirabilis*, Kaufmann	34-112	3	r.	5		VI, VII
14. *Limnocythere sancti-patrici*, Br.&Rob.	12-139	12	a.r.	18	P.	VI, VII

[1] Espèces citées par Kaufmann et Thiébaud. L. = littoral. P. = profondeur.

L'ordre de fréquence est donc :

1. *Cypria ophtalmica.*
2. *Candona neglecta.*
3. *Candona candida.*
4. *Cytheridea lacustris.*
5. *Cyclocypris pygmaea. Cypridopsis vidua.*
6. *Limnocythere sancti-patrici*, etc..

Mais cet ordre de fréquence est bien changé si l'on ne tient compte que des dragages effectués au-dessous de 100 m. (13 dragages). Il devient :

1. *Cypria ophtalmica* 13 fois.
2. *Candona neglecta* 10 fois.
3. *Limnocythere sancti-patrici* 8 fois.
4. *Cytheridea lacustris* 7 fois.
   Candona candida 7 fois.
5. *Iliocypris lacustris* 4 fois.
6. *Candona studeri* 3 fois.
7. *Leucocythere mirabilis* 2 fois.

Nos pêches démontrent en outre que :

13	espèces	descendent	au-dessous de	30 m.
12	»	»	»	40 m., 50 m., 60 m., 70 m.
10	»	»	»	80 m.
8	»	»	»	90 m., 100 m., etc.

Le caractère des Ostracodes, moins littoral que celui des Cladocères, éclate dans ce tableau comparé à celui de ce dernier groupe.

Le seul ouvrage général traitant des Ostracodes suisses est celui de Kaufmann. Comparée à nos résultats, cette faune fournit les résultats suivants :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports : B : A	C : A	C : B
genres	22	13	9	59 %	41 %	69 %
espèces	52	18	13	34 %	25 %	72 %

Les coefficients génériques sont respectivement : 0,42 — 0,72 — 0,69, et marquent ainsi une légère exception à la remarque déjà faite.

Les Ostracodes vivent souvent côte à côte ; ainsi

2	dragages	contenaient	chacun	7	espèces
3	»	»	»	6	»
6	»	»	»	5	»
19	»	»	»	4	»
18	»	»	»	3	»
10	»	»	»	2	».
7	»	»	»	1	»
65	»	contiennent en moyenne		3,3	»

Parmi les associations intéressantes, citons les suivantes :

C. ophtalmica + *C. neglecta* + *C. candida* 13 fois.
C. neglecta + *C. candida* 13 fois.
C. ophtalmica + *C. candida* 27 fois.
C. ophtalmica + *C. neglecta* 37 fois.
C. lacustris + *Cyclocypris* 10 fois.
C. lacustris + *L. sancti-patrici* 7 fois, etc.

Ainsi les *Candona* et *Cypria* d'une part, les *Cytheridae* et *Iliocypris* d'autre part, ont tendance à s'associer. Au contraire les *Cyclocypris* et les *Cytheridae* s'excluent ordinairement, sauf toutefois *Cytheridea lacustris* trouvée 10 fois avec des *Cyclocypris*. De ce tableau peuvent se déduire 3 groupes :

1° espèces littorales : *Cyclocypris pygmaea*, *C. laevis*, *C. serena*, *C. vidua*, *Herpetocypris reptans* ;

2° espèces profondes : *Limnocythere sancti-patrici*, *Leucocythere mirabilis*, *Iliocypris lacustris* ;

3° espèces indifférentes : *Cypria ophtalmica*, *Candona candida*, *C. neglecta*, *C. studeri*, *Cytheridea lacustris*.

Le même résultat ressort nettement du tableau des fréquences relatives (voir p. 92).

1. *Cyclocypris laevis*. 2. *C. pygmaea*. — Ces deux formes très voisines sont souvent réunies sous le même nom : *C. laevis*. Elles se trouvent ordinairement ensemble et fréquentent les endroits où les débris abondent. Cosmopolites, elles sont signalées dans la profondeur du Léman (60 m.), des lacs de Brienz (45 m.), des Quatre-Cantons (65 m.). La station de 84 m. est la plus profonde connue.

	0 — 19 m. 7 drag.	20 — 39 m. 13 drag.	40 — 59 m. 15 drag.	60 — 79 m. 14 drag.
C. ophtalmica .	3 dr. 43 %	11 dr. 85 %	14 dr. 93 %	10 dr. 71 %
C. neglecta . .	2 dr. 29 %	10 dr. 77 %	9 dr. 60 %	8 dr. 57 %
C. candida. . .	1 dr. 14 %	6 dr. 46 %	4 dr. 27 %	6 dr. 43 %
C. lacustris . .	7 dr. 100 %	2 dr. 15 %	3 dr. 20 %	4 dr. 29 %
L. sancti-patrici.	1 dr. 14 %	— —	— —	3 dr. 22 %
L. mirabilis . .	— —	1 dr. 8 %	— —	— —
I. lacustris . .	— —	1 dr. 8 %	2 dr. 13 %	1 dr. 7 %

	80 — 90 m. 7 drag.	100 — 119 m. 5 drag.	120 — 144 m. 8 drag.
C. ophtalmica . .	5 dr. 71 %	5 dr. 100 %	8 dr. 100 %
C. neglecta . . .	5 dr. 71 %	3 dr. 60 %	7 dr. 88 %
C. candida . . .	4 dr. 57 %	2 dr. 40 %	5 dr. 62 %
C. lacustris. . .	4 dr. 57 %	2 dr. 40 %	5 dr. 62 %
L. sancti-patrici .	— —	5 dr. 100 %	3 dr. 38 %
L. mirabilis . .	— —	2 dr. 40 %	— —
I. lacustris. . .	— —	2 dr. 40 %	1 dr. 11 %

3. *Cyclocypris serena*, voisin des précédents et souvent confondu avec eux, a été trouvé par von Hofsten à 25 m. Dans notre lac, il descend beaucoup plus bas (84 m.).

4. *Cypria ophtalmica*. — Signalée partout en Europe, Amérique, Asie, Afrique, elle abonde dans les eaux douces comme les eaux saumâtres. Sa présence est signalée dans la profondeur de tous les lacs explorés, et sa station la plus basse est à 288 m. dans le lac de Lugano. Particulièrement fréquente dans notre lac, elle manque à très peu de dragages, surtout dans les profondeurs. Les mâles et les femelles sont en nombre à peu près égal, avec une légère prédominance des secondes.

5. *Cypria ophtalmica*, var. *punctata*, nov. var. — Elle se reconnaît à la conformation spéciale de la carapace qui, examinée à un faible grossissement, présente des ponctuations brunes, assez régulièrement distribuées. A un plus fort grossissement, ces ponctuations se résolvent en des archipels de petits points rouge-brun. Cette variété est moins fréquente que le type.

6. *Candona candida*. 7. *C. neglecta*. — Répandues sur tout le continent, vivant dans la vase, elles devaient descendre dans

la profondeur, ainsi que le remarque Zschokke. Elles sont mentionnées dans la faune profonde par la plupart des auteurs, Forel, Zschokke (214 m.), von Hofsten (200 m.), Fehlmann (288 m.), Ekman (120 m.). Nous avons trouvé une fois un amas considérable de valves de *Candona* vides, et, chose curieuse, les individus vivants manquaient totalement dans ce dragage. Y a-t-il ici l'indice d'un déplacement des îlots ou colonies dans le fond du lac ? C'est ce que nous discuterons plus tard.

8. *Candona studeri.* — Cette belle espèce, créée par Kaufmann sur des exemplaires du lac de Bienne, s'est retrouvée depuis dans les lacs de Thoune (70 m.) et de Neuchâtel (Thiébaud). Elle est moins fréquente que les précédentes et semble préférer le cône de l'Areuse à tout autre habitat.

A 34, 35 et 109 m. près de Cudrefin, nous avons trouvé quelques exemplaires d'une *Candona* dont la chitine était colorée en rouge vif. Malheureusement l'absence d'individus adultes n'a pas permis la détermination de l'espèce. Une autre *Candona*, très fréquente, dont les deux extrémités sont également arrondies, n'a pu être déterminée ; il s'agit peut-être d'une espèce nouvelle du groupe de *C. candida.* Enfin *Candona caudata*, indiquée dans notre lac par Duplessis, n'a pu être retrouvée. Peut-être s'agit-il ici d'un mâle de *C. candida* qui présente des analogies avec cette espèce.

9. *Iliocypris lacustris*, plus caractéristique pour la profondeur que les Cytheridées, a été décrite par Kaufmann sur des exemplaires trouvés à 30 m. dans le lac de Bienne. Ce pur habitant du limon, trouvé en colonies assez nombreuses au-dessous de 100 m., n'a pas encore été signalé dans le littoral ou les étangs. Il semble éviter, comme les Cytheridées, le cône de l'Areuse et doit donc préférer avant tout les eaux pures et oxygénées.

10. *Herpetocypris reptans*, connu en Europe, Afrique du nord, Chili et Amérique du nord ?, l'est aussi dans maints endroits en Suisse. Thiébaud le mentionne dans le littoral de notre lac, d'où il peut descendre occasionnellement dans la profondeur, comme toutes les espèces limicoles d'ailleurs.

11. *Cypridopsis vidua*, fréquent dans les deux Amériques, l'Europe centrale et septentrionale, est signalé en Suisse par Kaufmann dans 11 stations. Dans le lac de Constance et dans notre lac, il descend dans la profondeur jusqu'à 72 m., maximum observé.

12. *Cytheridea lacustris.* — Zschokke (1911) s'étend longuement sur la répartition de cette espèce : « Alle Beobachtungen sprechen dafür, dass *C. lacustris* als regelmässig auftretenden Bewohner der Tiefenzone subalpiner Seen zu gelten hat. Die geographische Verbreitung weist der Cytheridae aber auch eine nordische Heimat an. »

Cette espèce est en effet abondante dans la profondeur de notre lac ; mais elle se trouve aussi à la Motte — où les écarts de température atteignent 15 degrés, — en une colonie très florissante. Elle ne peut donc passer pour sténotherme d'eau froide.

D'autre part, sa répartition dans les lacs insubriens (où Fehlmann ne l'a pas retrouvée !), en Asie centrale, dans le nord de l'Afrique, ne peut se concilier avec une origine arctique. Enfin sa présence à l'état fossile dans des couches interglaciaires lacustres de l'Ecosse et de l'Angleterre (von Hofsten) et même dans le tertiaire (Rufach, Mitteilungen der n. hist. Gesellschaft. Colmar XIV, 1916-17), prouve qu'elle a émigré dans les eaux douces avant l'époque glaciaire et qu'elle ne peut passer pour une espèce marine reléguée.

Le fait qu'elle évite le cône de l'Areuse, comme les deux autres Cythéridées, *Tubifex velutinus*, *Monotus morginiense*, etc., semble indiquer que cette apparente sténothermie d'eau froide est en réalité une préférence pour l'eau pure, dépourvue de substances organiques, richement oxygénée et nécessaire à la respiration des espèces lentes. L'étude détaillée de ce problème viendra en son temps.

13. *Leucocythere mirabilis*, créée par Kaufmann, a été constatée dans la profondeur des lacs de Brienz, Thoune, Genève (40 m.). Dernièrement Ekman l'a découverte dans le Vetter. Elle semble limitée à la faune profonde, mais sa répartition est encore trop peu connue pour permettre une discussion fructueuse.

14. *Limnocythere sancti-patrici*, plus répandue peut-être que *C. lacustris*, fréquente aussi parfois les eaux de faible profondeur. Elle est moins fréquente et moins largement distribuée dans notre lac que *C. lacustris*. Les mêmes arguments qui militent contre une origine glaciaire et marine récente de cette dernière espèce, s'appliquent aussi à *L. sancti-patrici*.

Pour terminer ce chapitre des Ostracodes, donnons un tableau comparant les faunes d'Ostracodes profonds de quelques lacs :

	Léman	Neuchâtel	Quat.-Cant.	Br. Th.	Lugano	Vetter
Léman	**6**	5	4	4	1	3
Neuchâtel . . .		**13**	6	8	3	6
Quatre-cantons .			**6**	5	3	4
Brienz, Thoune .				**11**	2	6
Lugano. . . .					**3**	2
Vetter						**10**
Espèces particul.	1	4	0	3	0	4

16. Copépodes.

Les deux familles de Copépodes dont les espèces habitent les zones profondes de nos lacs — Cyclopidae et Harpacticidae — se présentent fort différemment ; la première n'y compte en effet que des espèces cosmopolites dont les individus se sont acclimatés plus ou moins aux conditions abyssales ; la seconde au contraire fournit toute une série d'espèces caractéristiques, à habitat limité, d'une étude zoogéographique intéressante.

Les Copépodes de notre lac, fort nombreux, ont été étudiés déjà par Fuhrmann, Thiébaud, Stingelin. 18 espèces et variétés, dont 12 ont été trouvées dans la profondeur, sont citées par ces auteurs. Nos dragages ont montré d'une façon saisissante la richesse de la faune profonde en Copépodes. *Cyclops fimbriatus* et *Canthocamptus schmeili* ne doivent manquer nulle part, et si le chiffre de fréquence du dernier paraît un peu bas, cela est dû aux procédés de recherches encore défectueux dans les premiers dragages.

Nous éliminons, dans le tableau de la page 96, les espèces *Diaptomus gracilis*, *D. laciniatus*, *Cyclops Leuckarti*, ramenées maintes fois par la drague en remontant, et qui appartiennent au plankton.

L'ordre de fréquence, où figurent 6 *Canthocamptus* contre 3 *Cyclops*, est donné par la tabelle suivante :

1. *Cyclops fimbriatus.*
2. *Canthocamptus schmeili.*
3. » *crassus. Cyclops viridis.*
4. » *staphylinus.*
5. » *echinatus.*
6. » *staphylinus* var. *neocomensis.*
7. *Cyclops serrulatus.*
8. *Canthocamptus minutus.*

Copépodes	Profond.	Nombre		%	Nouveaux		♀ ov. mois	Districts
		dr.	ind.		lac	f.pr.		
1.* *Cyclops albidus*, (Jurine).	12-53	2	2	2			2, 8	VI, VIII
2. » *prasinus*, Fischer	30-42	2	2	2	+	+	6	II, III
3.* » *serrulatus*, Fischer.	52-139	17	c.	20			2. 3, 6, 7, 9	I, IV, V, VII
4. » *macruroïdes*, Lillj..	34	1	1	1	+	+	5	I
5. » *affinis*, G.-O. Sars	60-105	2	3	2	+	+	5, 6	I, IV
6.* » *phaleratus*, Koch	40	1	1	1			3	
7.* » *fimbriatus*, Fischer.	9-144	71	c.c.	78			3 à 11	partout
8. » *strenuus*, Fischer	9-104	12	c.	13			3 à 11	partout
9.* » *viridis*, (Jurine)	12-144	40	c.c.	44			3, 6 à 10	partout
10. » *vernalis*, Fischer	109-120	2	6	2			3	I, VII
11.* *Canthocamptus staphylinus*, (Jurine)	8-135	26	c.	28			3 à 11	II, III, V, VI, VII
12. *Canth. staphylinus* var. *neocomensis*, Mihi . .	9-84	18	c.	20	+	+	4 à 11	I, II, III, V, VI
13.* *Canthocamptus crassus*, G.-O. Sars	8-120	40	c.c.	44			2 à 11	partout
14.* » *echinatus luenensis*, Schmeil .	8-104	22	c.	24			2 à 11	II, III, VI, VIII
15.* » *minutus*, Claus	12-73	10	a.c.	11			2 à 11	II, III, V, VI
16.* » *pygmaeus*, Sars	45	1	1	1			10	III
17.* *Canth. schmeili* var. *breviseta*, Thiébaud . . .	9-144	46	c.c.	50			2 à 11	partout sauf V
18.* » » » *hamata*, Schmeil. . . .								
19.* *Canthocamptus zschokkei*, Schmeil	30	—	—	—	—	—	—	— —

* Déjà signalé dans les profondeurs par Thiébaud.

Dans les lacs des Quatre-Cantons, de Brienz, de Thoune, de Lugano, de Genève, les *Canthocamptus* sont l'exception ou manquent totalement.

Les plus caractéristiques des Copépodes sont, avons-nous dit, les Harpacticides. Cherchons donc à établir un tableau montrant les profondeurs qu'ils affectionnent.

	0 — 20	20 — 40	40 — 60	60 — 80 [1]
C. staphylinus .	5 dr. 62 %	10 dr. 55 %	3 dr. 13 %	4 dr. 16 %
C. staph. neoc. .	4 dr. 50 %	5 dr. 28 %	5 dr. 17 %	3 dr. 12 %
C. crassus . . .	5 dr. 62 %	15 dr. 83 %	8 dr. 35 %	4 dr. 16 %
C. echinatus . .	5 dr. 62 %	10 dr. 55 %	4 dr. 18 %	1 dr. 4 %
C. minutus . .	3 dr. 36 %	2 dr. 11 %	3 dr. 13 %	1 dr. 4 %
C. schmeili . .	6 dr. 75 %	11 dr. 61 %	8 dr. 35 %	6 dr. 24 %
Moyennes .	58 %	49 %	22 %	13 %

	80 — 100	100 — 120	120 — 144
C. staphylinus .	1 dr. 9 %	2 dr. 22 %	1 dr. 10 %
C. staph. neoc .	1 dr. 8 %	— —	— —
C. crassus . . .	4 dr. 33 %	4 dr. 44 %	— —
C. echinatus . .	1 dr. 8 %	1 dr. 11 %	— —
C. minutus. . .	1 dr. 8 %	— —	— —
C. schmeili. . .	3 dr. 25 %	6 dr. 66 %	6 dr. 60 %
Moyennes .	15 %	24 %	12 %

Quoique toujours à la merci de trouvailles heureuses, cette statistique peut montrer cependant :

1° Que les *Canthocamptus*, dans leur ensemble, sont des espèces littorales ou sublittorales qui descendent fréquemment dans la profondeur.

2° Que *C. schmeili* seul peut passer pour une forme régulièrement acclimatée à la profondeur.

Le nombre des espèces de Copépodes diminue avec la profondeur. Le tableau suivant donne le nombre des espèces descendant :

[1] La chute brusque des moyennes à ces profondeurs (60-80 m.) provient de ce que les premiers dragages, insuffisamment étudiés, ont été presque tous effectués à ces profondeurs.

au-dessous de	10 m.	19	espèces	au-dessous de	80 m.	11	espèces
»	20 m.	19	»	»	90 m.	10	»
»	30 m.	18	»	»	100 m.	10	»
»	40 m.	15	»	»	110 m.	7	»
»	50 m.	13	»	»	120 m.	5	»
»	60 m.	12	»	»	130 m.	5	»
»	70 m.	12	»	»	140 m.	3	»

Comparons maintenant la faune suisse de Copépodes libres, la faune du lac et la faune profonde. Nous obtenons :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports : B : A	C : A	C : B
familles	3	3	2	100 %	66 %	66 %
genres	5	3	2	60 %	40 %	66 %
espèces	63	21	17	33 %	27 %	81 %

Les coefficients génériques, remarquablement faibles, sont respectivement 0,08 — 0,14 et 0,12.

Comme dans les autres groupes, les espèces de Copépodes ne s'excluent pas les unes les autres. Les associations sont souvent nombreuses ; ainsi, sur 62 dragages qui ont contenu des Copépodes :

19 dr.	contenaient	chacun	1	espèce (dans 11 cas *Canth. schmeili*).
17	»	»	2	espèces
8	»	»	3	»
11	»	»	5	»
1	»	»	6	»

Les principales associations trouvées furent :

1. Chez les *Cyclops :*

C. fimbriatus + *C. viridis* 29 fois.
C. viridis + *C. serrulatus* 10 fois.
C. fimbriatus + *C. serrulatus* 15 fois.
C. fimbriatus + *C. viridis* + *C. serrulatus* 8 fois.

2. Chez les *Canthocamptus :*

C. schmeili	+	*crassus*	26 fois.	*C. crassus*	+	*staph.*	26 fois.
C. »	+	*staph.*	18 fois.	*C.* »	+	*echin.*	18 fois.
C. »	+	*echin.*	15 fois.	*C.* »	+	*minutus*	8 fois.
C. »	+	*minutus*	6 fois.	*C. staph.*	+	*echin.*	15 fois.
				C. »	+	*minutus*	7 fois.

Les variations de la faune suivant les saisons sont de peu d'importance. *Cyclops vernalis* n'a été trouvé qu'en mars, *C. viridis* n'a montré au printemps que des formes jeunes dont la première antenne ne possédait que onze articles *(C. clausi)*. Mais en été et en automne nous en avons trouvé des exemplaires adultes. *Cyclops fimbriatus* a été trouvé dans tous les mois, souvent en compagnie de jeunes ou de nauplius. Par contre, les *Canthocamptus* n'ont montré aucune préférence pour certaines saisons.

1. *Cyclops albidus*, cosmopolite, aimant les eaux calmes, est signalé comme occasionnel dans les profondeurs par Zschokke. En effet, il ne l'a capturé qu'une fois, et von Hofsten que deux fois. Ces faits et notre trouvaille confirment l'opinion de Zschokke.

2. *Cyclops prasinus* passe communément pour sténotherme d'eau chaude ; cependant il a été trouvé en pleine reproduction sous la glace (Thiébaud 1915, p. 110, note). Connu dans le lac de Saint-Blaise, il avait échappé aux recherches dans le lac de Neuchâtel, où sa présence dans la profondeur est exceptionnelle.

3. *Cyclops serrulatus*, essentiellement eurytherme et cosmopolite, est plus fréquent dans la profondeur au printemps qu'en automne (13 fois au printemps, 4 fois en automne). Il a été trouvé dans les zones basses par Thiébaud (20 m.) — von Hofsten (75 m.) — Ekman (95 m.) ; nos pêches établissent son record en profondeur (139 m.).

4. *Cyclops macruroides*, forme d'eau chaude, signalé dans les lacs de Bienne et de Saint-Blaise, est accidentel dans la profondeur.

5. *Cyclops affinis* passe comme le précédent pour stenotherme d'eau chaude, mais peut descendre occasionnellement dans la profondeur.

6. *Cyclops phaleratus*, déjà trouvé par Thiébaud à 40 m., est une espèce rampante partageant à peu près le même genre de vie que *C. fimbriatus ;* mais il est très rare dans la profondeur.

7. *Cyclops fimbriatus*, cité par Forel *(C. magniceps)* dans le Léman, n'a pas été trouvé par Zschokke et Fehlmann. Von Hofsten, au contraire, le tient pour une des espèces les plus fréquentes à toutes les profondeurs et nos observations confirment les siennes. Les très nombreux individus capturés

appartenaient tous à la forme typique. Très souvent, dans la zone semi-profonde, son abondance était telle que nous l'avons désigné comme espèce dominante. Partout nous avons trouvé des mâles, des femelles ovigères, très souvent des jeunes ou des nauplius. Les sacs d'œufs en contiennent un nombre très variable, plus considérable en moyenne dans les faibles profondeurs ; les nombres extrêmes trouvés furent 2 et 12 œufs par sac. — Espèce cosmopolite, rampante sur la vase, y pénétrant pour chercher sa nourriture, *C. fimbriatus* était destiné à habiter les zones profondes des lacs.

8. *Cyclops strenuus*, très variable, fréquentant de préférence les eaux froides, est compté par Zschokke et Lilljeborg au nombre des espèces glaciaires. Au contraire, Wesenberg-Lund croit à l'existence d'un groupe d'espèces répandu sur toute la terre, et von Hofsten remarque à son sujet qu'aucune limite n'existe entre les exemplaires de la « fauna relicta glacialis » et les sténothermes d'eau froide des zones tempérées. — Existant dans le pankton, il sert d'hôte intermédiaire à la larve du *Dibothriocephalus latus* (Rosen, S.N. S.N., 1917) ; alourdi par le parasite, il descend dans la profondeur où il sert de nourriture aux lottes. Ce fait nouveau peut servir à expliquer sa présence dans 12 de nos dragages.

9. *Cyclops viridis* a été trouvé dans la profondeur par Forel, Zschokke, von Hofsten, Fehlmann, Ekman, etc. Les pêches du printemps et d'été ne contiennent qu'exceptionnellement des individus adultes ; en septembre et octobre apparaissent les mâles et les femelles adultes. Ces remarques de Zschokke sont absolument corroborées par nos observations. Les exemplaires du fond sont toujours blanchâtres. — L'espèce, très répandue en Europe et en Amérique, paraît être eurytherme avec une tendance à la monocyclie.

10. *Cyclops vernalis*, littoral, est signalé dans la profondeur par von Hofsten (40 m.). Il descend dans notre lac plus profondément jusqu'à 120 m., et ne s'est trouvé qu'en mars.

Les 12 *Cyclops* signalés dans la faune profonde présentent des affinités systématiques rapprochées. Graeter (1903) divise les Cyclops en 3 sections : tous ceux de la section *trifida* descendent dans la profondeur avec 4 espèces de la section *Acanthophora*, ces dernières caractérisées par une antenne à 17 articles et une patte rudimentaire à 2 segments.

Harpacticidae. — Nous avons vu que la richesse en Canthocamptus est un des traits caractéristiques de notre faune profonde. Zschokke et Fehlmann n'en ont pas trouvé, Forel en mentionne 2 espèces, von Hofsten 1 et Ekman 2.

11. *Canth. staphylinus.* 12. *C. staphylinus*, var. *neocomensis.* — Comme nous l'avons montré ailleurs, *C. staphylinus* est une espèce collective, un groupe de formes très voisines qu'une observation attentive seule peut déceler. Les deux formes sont très fréquentes, surtout dans le cône de l'Areuse et les régions semi-profondes où elles forment souvent la caractéristique du dragage. — La variété type est connue en Suisse, Allemagne, Autriche, France, Angleterre, etc. ; elle est déjà mentionnée dans les profondeurs du Léman et du lac d'Annecy.

13. *Canth. crassus* s'est montré très abondant dans nos matériaux. Les individus, dont la couleur varie du jaune très pâle au rouge foncé, se présentent très souvent accouplés. L'espèce paraît cosmopolite, habite aussi les grottes et les hauts lacs alpins ; elle est signalée dans la profondeur du lac de Thoune (40 m.) et du Vetter (23 m.), mais en petite quantité. La station de 120 m. est la plus profonde connue.

14. *Canth. echinatus* var. *luenensis*, espèce rare en Suisse, est fréquent dans notre lac surtout à la Motte et dans la région semi-profonde. On trouve ordinairement des femelles, parfois des couples. Notre station la plus profonde est à 88 m., mais Thiébaud l'indique à 104 m.

15. *Canth. minutus* habite de préférence les étangs, les marais ; il est signalé dans la profondeur du Léman (150 m.) et du lac de Garda, et s'est montré surtout fréquent dans les cônes de l'Areuse, du Seyon et sur la Motte.

16. *Canth. pygmaeus*, signalé par Thiébaud dans divers endroits du canton et notamment dans notre lac à 20 m., n'a été retrouvé qu'une fois, à 45 m., preuve d'une présence accidentelle.

17. *Canth. zschokkei*, mentionné surtout dans les montagnes, est connu dans la profondeur par une trouvaille de Thiébaud à 30 m. Nous ne l'avons pas retrouvé.

18. *Canth. schmeili* est le plus régulier de nos Harpacticides et doit fréquenter uniformément toute la surface du fond, le cône de l'Areuse excepté. Si son chiffre de fréquence n'est pas plus élevé, cela tient à la difficulté de sa découverte : fort petit, toujours enduit de vase, très lent à se mouvoir, il

est difficile à apercevoir à l'œil nu. Nous l'avons trouvé au dragage n° 25, puis au n°s 32, 37 et dans tous les dragages suivants, sauf ceux du cône de l'Areuse. C'est à ces circonstances que nous attribuons le fait de sa prétendue absence des autres lacs, où des recherches plus serrées le découvriront sans doute. — Il existe dans notre lac sous deux formes : *hamata*, dont le mâle seul est caractéristique, et *breviseta*, dont la femelle seule permet de reconnaître l'espèce. Il est vrai que Thiébaud indique pour le mâle de *breviseta* « un sixième pied rudimentaire composé de trois épines au lieu de deux » ; mais nous avons trouvé ce caractère réalisé dans plusieurs mâles *hamata* des grands fonds. Ce caractère n'est donc nullement constant et ne peut servir à distinguer les deux mâles. En outre, la variété *breviseta* est reliée à *hamata* par des intermédiaires nombreux. Le rapport des soies à la furca, déterminé dans de nombreux cas, est très variable, et nous avons trouvé 1,4 — 1,6 — 1,9 — 2 — 2,2 — 2,3 — 2,5 — 2,6 — 2,7 — 2,8 — 3 — 3,1 — 3,3 — 3,4 — 4. Cette variété n'existe pas seulement dans la zone sublittorale — qu'elle fréquente toutefois de préférence — mais nous l'avons trouvée à 103 m. ; de même des femelles à longues soies ont été découvertes à 34 m. De tout cela résulte :

1° que tous les intermédiaires existent entre la femelle *breviseta* et la femelle *hamata* ;

2° que la variété *breviseta* n'est pas strictement caractéristique du sublittoral et que la variété *hamata* existe aussi dans cette même région ;

3° que ces deux variétés possèdent le même mâle.

Il y a donc lieu de supprimer la variété *breviseta* ou de l'envisager comme une forme de la femelle de *hamata*.

Ajoutons encore que Brehm élève la variété *hamata* au rang d'espèce, *C. harmatus*, et qu'il lui attribue une origine glaciaire. Elle est connue en effet en Suisse, Bohême, Saxe, Angleterre et Suède.

17. Amphipodes.

Les Amphipodes comptent parmi les premières espèces découvertes dans la faune profonde. Ils sont signalés en effet dans le Léman, les lacs des Quatre-Cantons, de Neuchâtel, d'Annecy et de Lugano par Forel, Zschokke, Fehlmann.

Les lacs suédois et de l'Allemagne du nord ont livré toute une série de formes intéressantes, vraies reliques marines appartenant aux genres *Pontoporeia*, *Gammaracanthus*, *Pallasea*, *Carinogammarus* et *Synurella*. Les lacs suisses sont beaucoup plus pauvres.

1. *Niphargus Foreli* (Humbert) a été trouvé en nombreux exemplaires dans 15 dragages, de 54 à 139 m., surtout dans la fosse centrale et dans les mois du printemps. Cette dernière remarque, indice d'une préférence saisonnière, n'a été faite par aucun autre auteur. — L'espèce, un des plus caractéristiques représentants de la faune profonde, a été trouvée dans la plupart des lacs suisses, et particulièrement dans les lacs insubriens, ce qui exclut l'hypothèse d'une origine nordique. Dans notre lac, elle fréquente surtout le plat-fond, évite la Motte et le cône de l'Areuse ; Zschokke ne l'a trouvée que sur les talus dans le lac des Quatre-Cantons.

2. *Gammarus pulex* (L.) a été trouvé dans 4 dragages, de 23 à 50 m., devant Neuchâtel, le Seyon et l'Areuse. Les 4 individus posssédaient les caractères des *Gammarus* littoraux, et ont été trouvés dans des stations où l'abondance des débris végétaux leur assurait une nourriture suffisante. Ils sont erratiques dans la profondeur où leur régime végétarien ne saurait leur permettre un habitat normal.

Un autre caractère — négatif, celui-ci — du lac de Neuchâtel est l'absence complète des *Asellus* dans ses profondeurs. La taille de l'espèce ne permet pas de penser qu'elle a échappé aux recherches ; elle n'existe donc pas dans le lac, tandis qu'elle est fréquente dans ceux de Lugano, Brienz, Constance, Annecy, du Bourget, dans le Léman et les lacs suédois.

18. Acariens[1].

L'étude des Acariens aquatiques, très poussée en Suisse par les travaux de Walter, est d'un grand intérêt zoogéographique et permet l'abord de nombreuses questions biologiques. Les Hydracarines permettent de dire, d'après Walter : « 1° dass die der Uferfauna grösserer Seen zuzurechnenden Arten im allgemeinen weitverbreitete Formen sind, welche bis in die Tiefe von 25 m. und mehr hinabdringen ;

[1] La description des espèces nouvelles n'a pas encore été publiée. Déterminés par M. C. Walter.

Acariens	Profond.	Dragages		Individus	Nouv. f. pr.	Districts
		Nombre	%			
HYDRACARINES						
1. *Arrhenurus* sp.	34 m.	1	1	1 nymphe		III
2. *Midea orbiculata*, (O.-F. Müller)	9-65	11	10	7♂, 6♀, 6 n.		I, II, V, VI, VIII
3. *Brachypoda versicolor*, (O.-F. Müller)	9-23	2	2	8♀	+	II, VI
4. *Lebertia insignis*, Neuman	45	1	1	1♂		III
5. » *extrema* nov. sp., Walter	10-65	8	7	2♂, 1♀, 5 n.	+	I, II, III, V, VIII
6. » *sublittoralis* nov. sp., Walter	30-60	3	3	1♀, 2 n.		II, VIII
7. *Limnesia undulata*, (O.-F. Müller)	8-41	8	7	4♂, 6♀		I, II, V, VI
8. » *koenikei*, Piersig	33	1	1	1♀	+	II
9. *Hygrobates trigonicus*, Koenike	30-73	3	3	3♀, 2 n.	+	III, V
10. » *nigromaculatus*, Lebert	8-60	12	11	24♀, 5♂, 8 n.		I, II, VI, VIII
11. *Pionacercus vatrax*, (Koch)	8-139	14	13	11♀, 5♂, 4 n.	+	I, II, III, IV, VI, VII
12. *Unionicola crassipes*, (O.-F. Müller)	8-84	5	4	nbrx, 3♁, 1 n.		II, V, VI
13. *Neumania umbonata*, (Koenike)	44	1	1	1♂	+	II
14. *Forelia parmata*, Koenike	8-90	7	6	7♀, 1♂, 3 n.		I, II, III, VI, VIII
15. *Piona longicornis*, (O.-F. Müller)	23	1	1	1 n.	+	II
16. » *brehmi*, Walter	34-65	2	2	1♀, 4 n.	+	I, V
HALACARIDES						
17. *Soldanellonyx chappuisi*, Walter	60	1	1	1	+	I
18. » *parviscutatus*, Walter	44	1	1	1 n.	+	II
19. » *monardi* nov. sp., Walter	8-34	3	3	2♀, 2 n.	+	VI, VIII

2° dass eine aus spezifischen Arten zusammengesetzte Tiefenfauna besteht, die Teilweise nordischen Charakter hat. Es sind ihr vorlaüfig zuzuweisen : *Hygrobates albinus*, *Lebertia tauinsignita* — *Typhys zschokkei*, *Xystonotus bidentatus.* » Il s'agira de voir, dans le cours de ce chapitre, si cette distinction de deux groupes biologiques tranchés s'impose aussi pour notre lac.

Les Hydracarines ont été trouvées dans la profondeur de tous les lacs explorés. Forel en cite 6 espèces, Zschokke 16 espèces, von Hofsten 4 espèces, Fehlmann 11 espèces, Ekman 11 espèces au-dessous de 20 m. Enfin Zschokke énumère au total 32 espèces et 1 Halacaride.

Les plus communes de ces espèces sont donc :

1. *Pionacercus vatrax.*
2. *Hygrobates nigromaculatus.*
3. *Midea orbiculata.*
4. *Lebertia extrema.*
   Limnesia undulata.
5. *Forelia parmata.*

Au sujet de la profondeur qu'elles atteignent, nous remarquons que :

19	espèces	descendent	au-dessous	de 20	mètres.
17	»	»	»	30	»
14	»	»	»	40	»
10	»	»	»	50	»
7	»	»	»	60	»
4	»	»	»	70	»
3	»	»	»	80	»
1	»	»	»	90	»

D'après Walter (1907 a), la faune suisse compterait 156 espèces d'Hydracarines, auxquelles il faut ajouter environ 14 espèces découvertes depuis lors. Il y a donc :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports: B : A	C : A	C : B
familles	5	2	1	40 %	20 %	50 %
genres	42	12	11	28 %	26 %	92 %
espèces	170	20	16	12 %	9 %	80 %

Les coefficients génériques sont 0,25 — 0,60 et 0,69 ; ils rentrent dans la règle énoncée déjà.

32 dragages sur 78, soit le 41 %, ont présenté des Hydracarines ; ce sont surtout ceux effectués à la Motte ou dans la région sublittorale ou semi-profonde qui en ont contenu. De 0 à 20 m., le 100 % des dragages présentaient des Hydraca-

rines ; de 20 à 30 m. le 75 % ; de 30 à 40 m. le 58 % ; de 40 à 50 m. le 66 % ; de 50 à 60 m. le 14 % ; de 60 à 70 m. et de 70 à 80 m. le 25 %. — Nos hydracarines sont donc essentiellement des animaux sublittoraux ou semi-profonds.

Dans	10	dragages	ne se trouvait que	1	espèce.
»	10	»	se trouvaient	2	espèces.
»	7	»	»	3	»
»	3	»	»	4	»
»	1	»	»	6	»
»	1	»	»	7	»

1. *Arrhenurus* sp. — Les très nombreuses espèces de ce genre, dont 4 *(A. crassicaudis, A. forpicatus, A. membranator, A. caudatus)* déjà signalées dans la profondeur, sont pour la plupart eurythermes et cosmopolites. Les nymphes ne sont pas déterminables spécifiquement.

2. *Midea orbiculata* est répandue dans l'Europe septentrionale et centrale ; eurytherme, elle est déjà signalée dans les profondeurs du Léman (50 m.) et de l'Untersee (25 m.). Six dragages sur 9, effectués à la Motte, la contiennent, et la station de 69 m. est la plus profonde connue.

3. *Brachypoda versicolor*, fréquente dans presque toute l'Europe, est signalée en Suisse dans divers étangs, les lacs de Joux et de Zurich.

4. *Lebertia insignis* habite de préférence les lacs et est répandue surtout en Allemagne, Suède, Norvège. Roux l'a découverte à 45 m. dans le lac d'Annecy, et Zschokke l'envisage comme caractéristique de la profondeur, quoique sa rareté dans ce milieu fasse plutôt pencher en faveur d'un habitat exceptionnel.

5. *Lebertia extrema (Neolebertia)* est très voisine de *L. cognata* et n'a été trouvée que dans notre lac.

6. *Lebertia sublittoralis* fut trouvée pour la première fois par Blanc devant Ouchy à 70 et 100 m. Elle se trouve aussi en petit nombre dans notre lac.

7. *Limnesia undulata*, répandue en Europe et en Amérique, est indiquée en Suisse dans les étangs des Crosettes, le lac de Saint-Blaise et le Loclat. Elles est connue dans la profondeur du Léman, des deux lacs de Constance, des lacs des Quatre-Cantons et de Lugano. Dans notre lac elle est assez répandue, mais peu abondamment ; sa présence dans les littoraux indique une eurythermie prononcée.

8. *Limnesia kœnikei* est encore une espèce eurytherme, connue dans la plupart des pays de l'Europe. Cette eurythermie lui permet de descendre, rarement du reste, dans la profondeur de notre lac ; Zschokke ne l'indique pas dans « Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas ».

9. *Hygrobates trigonicus*, espèce rare, n'est pas signalée par Walter (1907 a) et nous ne savons si elle a été découverte en Suisse depuis lors. Elle est connue en Allemagne, Angleterre et Norvège et est nouvelle pour la faune profonde.

10. *Hygrobates nigromaculatus* est citée dans la profondeur des lacs *Léman* (40 m.), *Bodensee*, *Untersee* (20 m.), *Quatre-Cantons* (35 m.), *Hallwyl* (15 m.), *Lugano* (40 m.). Eurytherme, elle est très abondante dans notre lac où elle descend à son maximum de profondeur (60 m.).

11. *Pionacercus vatrax* est nouvelle pour la faune suisse et la faune profonde ; elle fréquente toutefois de préférence la zone sublittorale, car elle a été trouvée 13 fois jusqu'à 60 m. pour une fois à 139 m. Trois espèces seulement sont connues à des profondeurs plus grandes.

12. *Unionicola crassipes (= Atax)* est un cosmopolite répandu en Europe, Asie, Afrique, Amérique du nord. Aimant les eaux claires, elle descend dans la profondeur des lacs d'Aegeri, Hallwyl, Constance, Lugano, Neuchâtel où elle atteint son record de profondeur. Malgré cette fréquence dans de nombreux lacs, Zschokke pense à une « zufällige Verirrung des wanderlustigen Tieres ».

13. *Neumania umbonata* n'est pas signalée en Suisse par Walter (1907) et dans la profondeur par Zschokke. Deux autres espèces du genre sont toutefois connues dans les abysses des lacs.

14. *Forelia parmata (= Tiphys)* est connue en Suisse dans le Ceresio à 30 m. Elle est signalée en Allemagne dans quelques endroits isolés. Une espèce voisine, *F. cetrata*, fréquente la profondeur de l'Untersee jusqu'à 25 m.

15. *Piona longicornis*, citée en diverses régions européennes, ne l'est pas encore en Suisse et dans la faune profonde.

16. *Piona brehmi*, peu fréquente dans notre lac, est, comme la précédente nouvelle pour la faune suisse et la faune profonde.

Halacarides. — Les Halacarides sont pour la plupart des espèces marines fréquentant le littoral des continents et dont la répartition horizontale est très étendue. D'après Piersig et Lohmann, sur les 84 espèces de ce groupe, 4 seulement fréquentent les eaux douces en Angleterre et Allemagne. Déjà Duplessis a signalé un *Halacarus* devant Ouchy à 150 m. — Des travaux plus récents ont montré que les Halacarides étaient plus nombreux qu'on ne le pensait dans les eaux douces où leurs habitudes limicoles, leur petitesse et leur extrême lenteur ont contribué à les faire échapper aux observateurs. Thor (1910) décrit la première Halacaride d'eau douce norvégienne, *Halacarus alpinus*, puis Walter crée récemment l'espèce *Halacarus wackeri* du lac d'Alpnach, et les genres *Limnohalacarus* et *Soldanellonyx*. Enfin Borner trouve dans le lac de Saint-Moritz une *Lohmanella violacea* [1].

C'est au genre *Soldanellonyx* qu'appartiennent nos Halacarides et les 3 espèces de ce genre sont représentées dans la profondeur de notre lac.

17. *Soldanellonyx chappuisi* fut trouvée dans des sources, des nappes d'eau souterraines, la grotte du chemin de fer [2], le lac Ritom, le réservoir d'eau de Saint-Alban, et enfin dans notre lac à 60 m. Les températures de ces divers endroits ne dépassant pas 9,5° c., l'espèce paraît donc être sténotherme d'eau froide.

18. *Soldanellonyx parviscutatus* a été décrite par Walter d'après une deuxième nymphe trouvée à 40 m. devant l'embouchure du Seyon à 400 m. environ du rivage.

19. *Soldanellonyx monardi*. — Trouvée en 2 stations très éloignées, l'espèce est sans doute acclimatée au lac. Il n'en est pas comme de *S. chappuisi* à propos de laquelle Walter craint que l'habitat du lac Ritom ne soit dû à l'apport accidentel par un ruisseau issu d'une caverne.

Les *Soldanellonyx* sont probablement beaucoup plus fréquentes dans le lac que les chiffres de fréquence ne le témoignent. Deux autres exemplaires, égarés malheureusement, ont été trouvés à 45 m. ; nous avons déjà dit, plus haut, les difficultés de leur découverte.

[1] Retrouvée ensuite dans un aquarium du laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel, où j'avais introduit de la vase du lac.

[2] Gorges de l'Areuse.

Remarques sur les Acariens profonds.

Un premier fait digne d'attention est le grand nombre d'espèces représentées par un petit nombre d'individus. Au total 140 individus, dont une quarantaine d'*Hygrobates nigromaculatus*, une vingtaine de *P. vatrax*, une vingtaine de *M. orbiculata*, ont été trouvés. Seize espèces se partagent donc les 60 exemplaires restants. Ce résultat s'oppose à celui de Forel qui capture des centaines d'individus d'Hydracarines, et à celui de Zschokke qui fait la même constatation. Par contre, von Hofsten et Fehlmann n'en recueillent, comme nous-même, que des individus isolés.

Un deuxième fait concerne le petit nombre d'espèces sténothermes d'eau froide, telles qu'elles sont citées par Zschokke et Walter, dans les profondeurs du lac. Seules *L. insignis* et peut-être *L. extrema*, trouvées la première une fois, la seconde 7 fois, peuvent être comptées dans ce groupe. Il manque donc à notre faune profonde les espèces typiques telles que *Hygrobates albinus* et *Lebertia rufipes* présentes ailleurs en grand nombre. D'une part donc, un plus grand nombre d'espèces habitent notre lac que les lacs subalpins ; — et, d'autre part, aucune des espèces caractéristiques de la profondeur ne s'y trouve ; elles sont remplacées par une multitude d'espèces eurythermes ou de caractère peu prononcé.

Un troisième fait, également remarquable, est le petit nombre d'espèces profondes communes aux différents lacs. Le tableau suivant montre cette constatation d'une manière frappante :

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Br., Th.	Lugano
Léman	10	6	6	1	3
Neuchâtel . . .		16	3	0	4
Quatre-cantons .			16	1	5
Brienz et Thoune				4	1
Lugano. . . .					11

De cette concordance imparfaite, on peut conclure deux choses : ou bien que certaines espèces descendent en certains lacs et pas dans les voisins ; ou bien, hypothèse plus naturelle, que toutes les espèces eurythermes descendent plus ou moins occasionnellement dans la profondeur mais qu'elles y sont si disséminées que les chances de capture en sont minimes. Le hasard des dragages rapporte tantôt une, tantôt l'autre et les résultats sont forcément différents.

En résumé, nous avons surtout affaire à des espèces du littoral ayant étendu leur champ d'activité au-dessous des limites habituelles. La température, l'obscurité, la pression semblent beaucoup moins influencer leur répartition que les besoins de leur nutrition. Carnivores et chasseresses, elles accompagnent les populations denses et là où la proie devient rare les Hydracarines ne subsistent plus ou se disséminent sur de larges espaces. Enfin aucune limite tranchée n'existe entre la faune littorale et la faune profonde, ce que prouve la courbe des espèces donnée plus loin. Les limites de Forel (30 m.) et de Walter (15 m.) sont tout artificielles et ne correspondent pas à un changement de faune.

19. Tardigrades.

Le rôle que ces animaux jouent dans la profondeur est tout accessoire ; ils se cantonnent dans la zone semi-profonde où leur présence est loin d'être régulière. Forel en a trouvé dans la mousse d'Yvoire à 70 m., Duplessis jusqu'à 150 m. ; Penard en cite dans le Léman, les lacs de Neuchâtel, d'Annecy et du Bourget. Les autres auteurs de la faune profonde n'en ont pas trouvé.

1. *Macrobiotus macronyx Duj.* s'est trouvé de 12 à 53 m. dans 7 dragages et parfois en grand nombre, à la Motte, devant Neuchâtel, dans les cônes de l'Areuse et du Seyon. Les dimensions sont plus petites que celles des individus des mousses. La présence d'une femelle bourrée d'œufs à 23 m. prouve que l'espèce se reproduit dans la profondeur.

2. *Macrobiotus lacustris* a été trouvé une fois, à 8 m., sur la Motte, rampant sur la carapace d'une *Cytheridea lacustris.* Heinis l'indique dans des mousses submergées près de Liestal et dans l'Oberalpsee.

20. Larves d'insectes.

Si les Insectes à l'état d'imago ne fréquentent pas et ne peuvent fréquenter les profondeurs des lacs, leurs larves — spécialement celles de Diptères — en sont un des éléments les plus réguliers et les plus abondants. Souvent, comme cela nous est arrivé dans 4 dragages, leur nombre dépasse sensiblement celui des autres espèces du même endroit. Ces mêmes constatations ont été faites par tous les auteurs de la faune profonde.

Malheureusement la détermination spécifique ou même générique de ces larves est encore impossible. Comme nous n'avons pu avoir recours à des spécialistes pour l'étude de notre très abondant matériel de Chironomides, nous avons classé ces larves en 5 groupes, tels qu'ils sont décrits par THIENEMANN.

Outre les Chironomides, mais rarement et toujours en exemplaires isolés, nous avons trouvé, à la Motte et à l'Areuse, d'autres larves de Perlidés, Ephémeroïdes, Neuroptères et Trichoptères dont le détail est donné ci-dessous :

Insectes	Profond.	Nombre Drag.	Nombre Ind.	%	Districts
1. **Plecoptères.** *Nemoura variegata*, Oliv.	73 m.	1	2	1	V
2. **Ephemeroïdes.** *Ephemera vulgata*, L.	34	1	4	1	VIII
3. **Neuroptères.** *Sialis flaviterata*, L.	52	1	5	1	V
4. **Trichoptères.** *Molanna angustata*, Curt.	9-16	3	7	4	VI
5. » *Oxyethira costalis*, Curt.	84	1	1	1	V
6. **Dipterès.** *Chironomus*, groupe	9-23	2	10	2	II, VI
7. » *Orthocladius*, groupe	17-122	34	c.c.	44	partout
8. » *Tanytarsus*, groupe	12-144	44	c.c.	56	partout
9. » *Tanypus*, groupe	12-144	37	c.c.	47	partout
10. » *Ceratopogon*, groupe	34-144	10	c.	13	partout

Les associations des Chironomides sont nombreuses ; toutes les combinaisons sont réalisées ; la plus fréquente a été Tanytarsus + Orthocladius réalisée 31 fois.

Le tableau suivant montre les profondeurs préférées par les 4 groupes importants :

	0 — 20 m.	20 — 40 m.	40 — 60 m.	60 — 80 m.
Tanytarsus . .	2 dr. 40 %	7 dr. 55 %	12 dr. 86 %	7 dr. 78 %
Tanypus . . .	3 dr. 60 %	9 dr. 69 %	7 dr. 50 %	6 dr. 66 %
Orthocladius . .	1 dr. 20 %	11 dr. 85 %	7 dr. 50 %	7 dr. 78 %
Ceratopogon . .	— —	1 dr. 8 %	3 dr. 21 %	3 dr. 33 %

	80 — 100 m.	100 — 120 m.	120 — 144 m.
Tanytarsus. . .	7 dr. 100 %	5 dr. 100 %	4 dr. 66 %
Tanypus. . . .	5 dr. 71 %	4 dr. 80 %	3 dr. 50 %
Orthocladius . .	4 dr. 57 %	3 dr. 60 %	1 dr. 17 %
Ceratopogon . .	1 dr. 14 %	1 dr. 20 %	1 dr. 17 %

Tanytarsus et *Tanypus* fréquentent donc surtout les profondeurs de 80 à 120 m. ; *Orthocladius* préfère au contraire celles de 40 à 80 m.

1. *Nemourea variegata* se rencontre en hiver dans les eaux pures et tranquilles et se métamorphose en avril. Nos larves ayant été recueillies au milieu de mai, on peut penser que les conditions de température de la profondeur ont retardé ou peut-être empêché la transformation en imago. Aucun Perlidé n'était connu dans la profondeur.

2. *Ephemera vulgata.* — Ces larves, limicoles, habitant en très grand nombre les rivages, n'avaient pas encore été signalées dans les profondeurs.

3. *Sialis flaviterata* demeure à l'état larvaire un ou deux ans et subit sa métamorphose en avril ou mai. Zschokke la signale dans le lac des Quatre-Cantons à 27 et 50 m. Nos cinq exemplaires furent tous trouvés ensemble, en septembre.

4. *Molanna angustata*, dont la larve limicole se construit un fourreau de grains de sable, vit à l'état d'imago de juin à août. Trois pêches du même jour, en septembre, ont livré cette espèce, encore inconnue dans la profondeur. L'habitat à la Motte peut s'expliquer soit par des œufs démersaux, soit par un transport passif au moyen de quelques débris.

5. *Oxyethira costalis* recherche de préférence les eaux tranquilles et a déjà été trouvée dans la profondeur de l'Untersee par Lauterborn et Wolf.

D'autres Trichoptères ont été trouvés, accidentellement aussi, dans la profondeur du lac des Quatre-Cantons.

6. *Chironomus*, groupe, contient toutes les larves possédant, au 11me segment, 2 paires de tubes branchiaux ventraux. Elles se sont trouvées très rarement et dans des profondeurs faibles. Des larves de ce groupe sont signalées dans les lacs de Bienne, des Quatre-cantons, etc.

7. *Orthocladius*, groupe. — Sont comprises dans ce groupe toutes les larves sans tubes branchiaux à la face ventrale du 11me segment, à bouquets de soies préanaux non pédicellés, à crochets des fausses-pattes terminales disposées en cercle. Sept formes, différentes par l'aspect, la couleur ou la grandeur, y ont pu être distinguées, sans que nous puissions toutefois en présenter le détail. Les larves de ce groupe sont mentionnées par Fehlmann dans 4 dragages jusqu'à 50 m.,

et von Hofsten les indique comme nombreuses dans 17 pêches et jusqu'à 200 m. Elles habitent aussi le rivage des lacs de l'Engadine où Borner les trouve en grand nombre.

8. *Tanytarsus*, groupe. — Ce sont des larves dont les crochets des fausses-pattes abdominales sont petits, nombreux et disposés en un fer à cheval irrégulier ; 4 formes y ont été distinguées. Ces larves sont de beaucoup les plus nombreuses dans notre lac depuis la Motte jusqu'aux plus grandes profondeurs. Dans les lacs des Quatre-Cantons, de Thoune, de Brienz, de Bienne, de Lugano, elles se signalent par la même abondance.

9. *Tanypus*. — Ce groupe contient les larves à antennes rétractiles, à crochets des fausses-pattes en cercle, à bouquets de soies préanaux pédicellés ; 4 formes ont pu y être distinguées par la couleur ou la taille. Fort nombreuses, elles fréquentent aussi les lacs des Quatre-Cantons, de Bienne, de Lugano (180 m.), de Brienz et de Thoune.

10. *Ceratopogon*. — Ces larves, aisément reconnaissables à leurs mouvements serpentiformes et à l'absence de fausses-pattes, ont présenté deux formes ; une jaunâtre, la plus nombreuse, une rouge trouvée une seule fois à 72 m. Beaucoup moins communes que les précédentes, elles sont signalées dans les lacs de Brienz et de Thoune (35 m.) et dans le Vetter (43 m.). La station de 144 m. est la plus profonde connue.

Les larves de Chironomides se sont trouvées dans tous les dragages ; nous avons donc pu constater, moins en détail que nous ne l'aurions souhaité, les variations saisonnières. En hiver ou au premier printemps, la taille des larves est très petite ; on a affaire sans doute à de jeunes larves écloses depuis peu. Plus tard, la taille des larves grandit et l'on constate dans les cristallisoirs la présence de nymphes et même des métamorphoses en imago.

Quelques expériences de tropismes nous ont montré que les larves fuient toujours la lumière, tandis que les nymphes la recherchent ; ce fait peut servir à expliquer l'ascension de celles-ci à la surface de l'eau. En outre, lorsque la vase est criblée ou l'eau des cristallisoirs changée, les larves sortent en grand nombre de leurs étuis. Mais dès le repos revenu, dès que l'eau s'est réchauffée, elles s'enfoncent de nouveau dans la vase et reprennent leur repas interrompu.

Forel admettait que les larves de Diptères se reproduisaient indéfiniment dans la profondeur par pädogenèse. Mais

Wesenbery-Lund a trouvé dans le plankton des œufs en train de descendre, et Zschokke constate qu'aucun stade larvaire ne manque dans les zones profondes. La transformation facile en nymphes et en imagos que nous avons maintes fois observée ne se concilie pas non plus avec l'hypothèse de Forel ; une reproduction pédogénétique continue aurait au moins pour effet de produire une hésitation à reprendre le cours normal du développement. Enfin nous n'avons jamais trouvé d'organes génitaux développés dans nos larves. Toutes ces raisons ne permettent plus d'admettre l'opinion de Forel. On ne peut admettre non plus qu'il s'agisse de larves écloses au littoral et émigrées dans la profondeur ; l'abondance, la régularité, la locomotion très lente des larves ne permettent pas cette hypothèse. Il s'agit donc certainement d'œufs démersaux, pondus à la surface, s'enfonçant lentement dans la profondeur et s'y développant en larves. Les nymphes refont le même chemin en sens contraire.

Thienemann (1913), étudiant les « Maare » de l'Eifel, a reconnu une correspondance entre la composition chimique du milieu et la faune des Chironomides et des Oligochètes. Dans les « maare » peu profondes, dont l'eau surchargée de matières organiques accuse en été une très faible proportion d'oxygène dissous ($3^{cm^3},49$ à $1^{cm^3},55$ par l.), suivant la profondeur, les larves du groupe *Chironomus* et *Tubifex filum* dominent considérablement. Dans les « maare » profondes, à eau pure, la proportion de l'oxygène dissous s'élève à $7^{cm^3},77$ à 38 m., en été. *Tubifex velutinus* et *Tanytarsus* dominent alors, c'est-à-dire des formes lentes ou dépourvues de tubes branchiaux. — Dans nos lacs suisses, la proportion d'O. dissous varie de $6^{cm^3},7$ à $7^{cm^3},59$ à 100 m., d'après Delebecque. Nos lacs, et particulièrement celui de Neuchâtel, appartiennent donc au type profond de Thienemann ; aussi *T. velutinus* et les *Tanytarsus* dominent-ils de beaucoup, tandis que *T. filum* et les *Chironomus* sont exceptionnels. Il y a donc ici une relation bien définie entre la composition chimique du milieu et la faune qu'il abrite, tandis que les conditions physiques, la température surtout, ne paraissent pas jouer un rôle aussi capital.

21. Gastéropodes.

Tandis que les anciens malacologistes admettaient que les Mollusques ne pénétraient pas dans les lacs au-dessous de 4 m., les recherches de la faune profonde ont établi qu'une

belle série de ces animaux fréquentent les zones sublittorales et profondes. Leur étude, entreprise par Brot, Clessin, Piaget, a montré qu'il s'agissait de formes réduites, descendant d'espèces littorales ou fluviatiles qui, en raison de la variabilité bien connue des Mollusques, présentent un facies particulier : taille minime, couleur uniforme, coquille fragile, absence de stries d'accroissement, simplification de la charnière. Roszkowsky admet, à l'encontre de Clessin et Piaget, que ces formes ne se reproduisent pas dans la profondeur mais qu'une émigration continue du littoral vers le fond en entretient la population ; cette opinion s'accorde difficilement avec la présence des caractères distinctifs cités plus haut.

On admet généralement (Fehlmann, p. 44. Roszkowsky, 1912, p. 380) que les espèces de Gastéropodes ne descendent dans la profondeur que là où une beine bien développée permet un bel épanouissement de la faune gastropodienne littorale. Cette opinion repose, croyons-nous, sur une apparence. La plupart de ces bêtes se nourrissent en effet d'algues et de plantes aquatiques ; là où une beine à végétaux existe, les Gastéropodes pourront prospérer et se multiplier à leur aise ; ils descendront même dans la profondeur pourvu que des débris végétaux leur arrivent régulièrement. Mais cette dernière condition peut être remplie, même si la région littorale est étroite ; les Gastéropodes pourront y trouver leur subsistance, et seront plus ou moins abondants. Ainsi, au cône de l'Areuse, où l'inclinaison des rives est la plus forte du lac, où le littoral est le plus réduit, une très riche faune de mollusques s'est établie grâce à l'abondance des végétaux précipités dans la profondeur. Une autre riche colonie s'est établie à la Motte, sans relation aucune avec le rivage, mais qui, grâce aux algues, peut l'héberger et la laisser prospérer. Cette opinion de Fehlmann conduirait à faire supposer que les Gastropodes ne seraient capables que de translations dans le sens vertical, et non dans le sens horizontal, ce qui paraît bien exclusif. — Quant aux Mollusques limivores, ils ne sont pas liés à la présence de débris végétaux et se répandent plus ou moins uniformément sur toute la surface du fond.

Gastéropodes	Profond.	Dragages Nomb.	Dragages %	Ind.	Nouv. lac	Nouv. f. pr.	Districts
1. *Limnaea limosa* (L) v. *lacustrina*, Cless.	35-72	2	2	2		+	V
2. » » v. *roszkoswkiana*, Pgt	53	1	1	1	+		VIII
3. » *profunda*, Clessin	23-60	5	6	c.	+		I, III, V, VI
4. » *foreli*, Clessin *typica*	8-72	13	17	c.			I, II, III, VI
5. » » v. *obtusiformis*, Piag.	33-72	4	5	a r.			I, II, III
6. » » v. *yungi*, Piaget	41-65	3	4	a. r.			I, III
7. » » v. *humilis*, Piaget	44	1	1	1			I
8. » » v. *intermedia*, Piaget	44	1	1	1			I
9. » *abyssicola*, Brot	23-72	4	5	a. r.			I, III, VI
10. » *truncatula*, (Müller)	35-73	2	2	3		+	V
11. *Planorbis carinatus*, (Müller)	8-9	2	2	c.			VI
12. » *marginatus*, L.	12	1	1	c.			VI
13. » *contortus*, (L.)	8-12	4	5	c.			VI
14. » *albus*, (Müller)	30	1	1	1		+	II
15. *Velletia lacustris*, (L.)	84	1	1	2		+	I
16. *Bithynia tentaculata*, (Müller)	8-26	5	7	c.			VI
17. *Valvata antiqua*, (Soro.)	12-53	4	5	a. r.			VI, III, VIII
18. » » v. *fuhrmanni*, Piaget	8-17	5	7	a. r.			VI
19. » *lacustris*, Clessin	12-34	5	7	a. r.	+		I, VI
20. » *depressa*, C. Pf.	12-34	3	4	3	+		II, VI
21. » *cristata*, Müller	12-35	2	2	2	+		V, VI

L'ordre de fréquence qui résulte de ce tableau est :

1. *L. foreli*	trouvée	15	fois.	4. *L. abyssicola*	trouvée	4	fois.
2. *V. antiqua*	»	8	»	*P. contortus*	»	4	»
3. *L. profonda*	»	5	».	5. *V. depressa*	»	3	»
V. lacustris	»	5	»	*L. limosa*	»	3	»
B. tentaculata	»	5	»				

Ces espèces ne descendent pas toutes également dans la profondeur. Les *Planorbis* par exemple restent dans la zone sublittorale.

Au dessous de	10 m.	descendent	14	espèces et	6	variétés.
»	20 m.	»	11	»	5	»
»	30 m.	»	10	»	5	»
»	40 m.	»	7	»	5	»
»	50 m.	»	7	»	3	»
»	60 m.	»	5	»	2	»
»	70 m.	»	4	»	1	»
»	80 m.	descend	1	espèce.		

Souvent les Gastéropodes se trouvent en compagnie. Sur 28 dragages (soit le 36 %) où ils ont été trouvés, 14 n'en contenaient qu'une espèce — 5 en contenaient 2 chacun — 3, trois espèces chacun, — 4, quatre espèces — un, six espèces — un huit espèces, ces deux derniers à la Motte. Les associations les plus fréquentes ont été :

L. foreli + ses variétés 7 fois.
L. foreli + *L. profunda* 1 fois.
L. profunda + *L. abyssicola* 2 fois.
Valvata + *Bythinia* 3 fois.
Planorbis + *Valvata* 2 fois.

La faune neuchâteloise, la faune du lac et la faune profonde comparées donnent les résultats suivants :

	A. neuch.	B. lac	C. prof.	Rapports : B : A	C : A	C : B
genres	48	8	5	16 %	10 %	62 %
espèces	128	29	15	22 %	12 %	52 %

Les coefficients génériques sont respectivement 0,37 — 0,28 et 0,33. Ils montrent une irrégularité due sans doute aux nombreuses espèces terrestres comptées dans la faune neuchâteloise.

1. *Limnaea limosa*, var. *lacustrina*, indiquée par Clessin dans quelques lacs suisses, l'est par Godet dans les grèves du lac. Pour la première fois, elle est mentionnée dans la profondeur ; l'un des exemplaires était intermédiaire entre *lacustrina* et *roszkowskiana*, l'autre semblait dériver directement du type. L'observation de Piaget que les Limnées littorales descendent rarement dans les abysses est donc confirmée ; cet habitat profond est exceptionnel.

2. *Limnaea limosa*, var. *roszkowskiana*. — Roszkowsky a cru voir en elle l'intermédiaire entre les Limnées littorales et les profondes ; elle est en effet très polymorphe et semble résumer en elle-même les caractères littoraux et profonds. (Piaget, 1913, p. 618). Trouvée dans le Léman à 30 m., elle descend plus bas, quoique exceptionnellement, dans notre lac à 53 m.

3. *Limnaea profunda* a été créée par Clessin au vu de 3 individus dragués à Morges à 50 m. Elle fut trouvée plus tard dans le Léman à 200 m., le Ceresio à 90 m. Elle dérive, selon Brot, Clessin et Piaget, de *L. stagnalis*, var. *lacustris*, très fréquente dans les rivières et les étangs. C'est une de nos espèces les plus répandues.

4-8. *Limnaea Foreli*, dérivée de *L. limosa*, se rapproche parfois considérablement de *L. abyssicola*, issue de *L. palustris*. (Piaget, 1913 a, p. 157). C'est de beaucoup le plus fréquent de nos Gastéropodes profonds.

La *Var. typica* a été draguée par Forel à 260 m. dans le Léman, dans le lac de Constance à 25 m., dans notre lac à 50 m. ; elle correspond mieux dans notre lac au type de Clessin que dans le Léman. Nous l'avons retrouvée à 72 m. devant le Seyon.

La var. *obtusiformis* a été trouvée déjà dans le Léman (30-305 m.) et dans notre lac (50 m.) où nous avons de nouveau constaté sa présence de 33 à 72 m.

La var. *Yungi* fut d'abord élevée au rang d'espèce par Piaget (1912 c) ; d'après une communication verbale de cet auteur, elle doit rentrer dans le groupe de *L. foreli*. Elle fut trouvée dans le Léman à 100 et 217 m. et dans le lac de Neuchâtel (50 m.).

La var. *humilis* (= *L. yungi*, var. *humilis*) se rapproche beaucoup de *foreli* et a fourni l'intermédiaire rattachant cette dernière à *Yungi*. Déjà trouvée au Léman et dans notre lac.

La var. *intermedia* est plus proche de *yungi* dans les profondeurs que dans la zone semi-profonde.

9. *Limnaea abyssicola*, dérivée de *L. palustris*, descend, dans le Léman, jusqu'à 260 m., où elle est plus fréquente que *L. foreli*. Dans notre lac, elle fut signalée par Duplessis, puis par Fuhrmann à 50 m. ; elle s'y trouve avec les deux variétés *Brotiana* Piag. et *macrostoma* Piag. que nous n'avons pas retrouvées. Elle est encore signalée à 70 m. dans le Ceresio.

10. *Limnaea truncatula*, commune dans tout le canton, est une forme assez stable. Inconnue jusqu'ici dans la profondeur, elle peut subsister à l'Areuse, grâce aux débris végétaux, mais ne semble pas s'en écarter.

11-14. *Planorbis carinatus*, *contortus*, *marginatus*, *albus* [1].

Les Planorbes, dont 9 espèces sont connues dans le canton et 7 dans le lac, n'appartiennent pas à la faune profonde proprement dite. Cependant leur présence à la Motte nous semble assez intéressante pour qu'elle soit signalée. — *Pl. albus*, grâce au cône du Seyon, s'est aventuré dans la profondeur

[1] Ekman a trouvé dans le Vetter *P. albus* en deux coquilles vides, à 15 et 45 m. Cela ne peut indiquer un habitat réel, car les coquilles peuvent fort bien être entraînées dans le fond : ainsi nous avons trouvé une coquille d'*Helix pomatia* à 53 m. Cet auteur a encore trouvé *P. borealis* vivant à 15 m. et *P. contortus* à 24 m.

jusqu'à 30 m. C'est le premier *Planorbus* de la faune profonde.

15. *Velletia lacustris*, indiquée par Godet sous les pierres du lac, a été trouvée en deux exemplaires vivants à 84 m. Quoique exceptionnelle dans cet habitat, elle tient le record de la profondeur de nos Gastéropodes.

16. *Bithynia tentaculata*, répandue en Allemagne, Autriche, Suisse, etc., habite la Motte en une fort nombreuse colonie. Habitant le littoral, elle descend rarement plus bas que 20-25 m., sa station la plus profonde est au lac de Garda à 60 m. Duplessis croit qu'elle se multiplie dans la profondeur.

17-21. G. *Valvata*. — Sur 13 espèces de ce genre, 9 fréquentent la profondeur. *V. antiqua*, trouvée déjà dans les lacs Léman, Brienz et Thoune, est plutôt sublittorale. Suivant Clessin, elle serait souche de *V. lacustris*, mais Piaget attribue à celle-ci une origine fluviatile. Sa var. *Fuhrmanni* ne peut représenter, d'après Piaget, l'intermédiaire entre *antiqua* et *lacustris*. Dans nos pêches, la var. *Fuhrmanni*, quoique considérée comme ayant un facies profond, n'a été trouvée qu'à 17 m., tandis que la variété type est descendue à 53 m.

19. *Valvata lacustris*, trouvée déjà dans le Léman, les lacs d'Annecy, Zurich, Constance, Pfäffikon, Garda, est nouvelle pour notre lac.

20. *Valvata depressa*, inconnue dans la profondeur jusqu'à Ekman, a donné naissance à la variété profonde *Imhofi* du *lac de Garda*. Nous l'avons retrouvée jusqu'à 34 m.

21. *Valvata cristata*, indiquée comme douteuse dans le Traunsee, descend dans la profondeur dans le Vetter à 33 m. et dans notre lac à 35 m.

On remarquera que des 3 espèces créées par Clessin dans les *Valvata* profondes, une seule *V. lacustris* s'est trouvée dans nos dragages. Les 3 autres espèces trouvées par nous sont littorales ou sublittorales et sont descendues exceptionnellement dans la profondeur. Ainsi s'affirme toujours davantage le caractère de notre faune bathyale où les formes caractéristiques sont submergées par des formes eurybathes venues du littoral, de la rivière ou du marais voisin.

22. Lamellibranches.

Plus abondants, plus réguliers et plus caractéristiques que les Gastéropodes, les Lamellibranches, réduits au genre *Pisidium*, offrent ceci de particulier que chaque bassin lacustre

possède des formes qui lui sont propres ; il en résulte que peu d'espèces coexistent dans le même lac. Ainsi 2 espèces sont citées pour le Léman, 1 pour le lac des Quatre-Cantons, 7 pour celui de Brienz, 3 dans le lac de Thoune et dans celui de Lugano, 6 pour le Vetter. Au total 27 espèces sont mentionnées en Suisse. Ces formes profondes dérivent d'un petit nombre d'espèces, ainsi :

De *P. fossarinum* dérivent *P. occupatum, prolungatum, yungi, candidum.*

De *P. milium* dérive *P. urinator.*

De *P. nitidum* » *P. foreli.*

Lamellibranches	Profond.	Dragages Nomb.	Dragages %	Ind.	Nouv. lac.	Nouv. f.pr.	Districts
1. *Sphaerium corneum*, (L.)	53 m.	1	1	1			VIII
2. *S. corneum* v. *Monardi* n. v. Piaget	23-30	1	1	1	+	+	III
3. *Pisidium amnicum*, Mül., v. *coutagnei*, Piaget	65	1	1	1		+	V
4. *Pisidium henslowianum*, Sheppard	12	1	1	2	+		VI
5. » *prolungatum*, Clessin	30-144	5	6	a. c.			I, III, V, VII
6. » *yungi*, Piaget	23-127	7	9	a. c.	+		I, II, III, VII
7. » *candidum*, Piaget	30-84	3	4	r.	+		I, V
8. » *nitidum*, Jennyns	12-30	2	2	r.			II, VI
9. » » v. *pulchella*, Jenn.	12-23	2	2	r.	+		II, VI
10. » » v. *bedoti*, Piaget	12	1	1	1	+		VI
11. » *foreli*, Clessin, v. *typica*	12-95	13	17	c.			partout
12. » » v. *occupata*, (Clessin)	30-135	13	17	c.			partout
13. » » v. *neocomensis*, Piag.	33-120	16	21	c. c.			partout
14. » » v. *infima*, Piaget	30-112	13	17	c.			partout
15. » » v. *noviodunensis*, Piaget	9-139	17	22	c. c.			partout
16. » *urinator*, Clessin	9	1	1	r.	+		VI

En outre *Anodonta mutabilis* a été trouvée à 9 m. à la Motte.

Le tableau de fréquence des 9 espèces est le suivant :

1. *P. foreli* et variétés trouvé 49 fois.
2. *P. yungi* trouvé 7 fois.
3. *P. prolungatum* trouvé 5 fois.
4. *P. candidum, P. nitidum* trouvés 3 fois.
5. *P. urinator, P. amnicum, P. henslowianum* trouvés chacun 1 fois.

56 dragages sur 78, soit le 72 %, ont contenu des Lamellibranches ; très souvent, on ne trouve qu'une forme par dragage. Ce fut le cas dans 38 pêches. Ailleurs, on trouve plusieurs formes cohabitant le même endroit. Ainsi :

10	dragages	ont contenu	chacun	2	formes.
4	»	»	»	3	»
1	dragage	a contenu		4	»
2	dragages	ont contenu	»	5	»
2	»	»	»	6	»
1	dragage	a contenu		7	»

Pisidium Foreli, avec toutes ses variétés, s'est trouvé dans 3 dragages à 77 m., 80 m. et 85 m. ; l'un contenait en outre *P. Yungi* et un autre *P. prolungatum*.

1 dragage à 12 m. à la Motte contenait *P. nitidum* avec ses deux variétés, *P. henslowianum* et *P. Foreli*.

16 dragages contenaient 2 variétés de *P. Foreli*, surtout *noviodunensis* + *infima*, ou *neocomensis* + *occupatum*, ou *neocomensis* + *infima*.

Si nous comparons cette faune de Lamellibranches profonds avec celles du lac et du canton, nous trouvons :

	A. canton	B. lac	C. prof.	Rapports :	B : A	C : A	C : B
genres	4	4	2		100 %	50 %	50 %
espèces	19	14	9		73 %	47 %	64 %

Les coefficients génériques sont 0,21 — 0,29 — 0,22.

1. *Sphaerium corneum*. — Commune dans la presque totalité de l'Europe, cette espèce n'était pas connue dans la faune profonde. Zschokke en dit « die Sphaerien scheinen unter die Tiefenlinie von 20 m. kaum hinabzusinken ». Ekman la signale dans 10 pêches effectuées jusqu'à 34 m., et dans une autre à 60 m., mais toujours en individus isolés. L'espèce ne paraît pas s'adapter aux conditions du fond et ne peut subsister que là où des débris végétaux arrivent régulièrement. L'un des deux exemplaires trouvés était normal « forma umbonibus erecta », l'autre assez différent du type pour que Piaget l'élève au rang de variété. *Sphaerium corneum*, v. *monardi* se distingue par : *Testa minor typo, minus ventriosa, pallidior tenue striatula, fragilis, umbonibus normale positis, paulo obtusioribus et minus erectis.*

3. *Pisidium amnicum*, qui n'a donné naissance à aucune forme profonde, est très fréquent dans le littoral du lac et paraît être répandu dans toute l'Europe centrale à l'exception

des hautes Alpes. Il peut, mais occasionnellement seulement, pénétrer dans la profondeur.

4. *Pisidium henslowianum.* — Cette espèce, rare en Suisse, signalée au Bodan, au Léman (25 m.), au lac de Brienz (35 m.) et au lac d'Annecy, paraissait disparue de notre lac. Piaget l'a trouvée fossile dans les dunes du Seeland, ce qui indique qu'elle était assez fréquente autrefois. Deux exemplaires vivants, trouvés sur la Motte, établissent qu'elle s'est réfugiée à cette station où, du reste, elle est fort peu abondante.

Piaget (1913 a), rapprochant son absence de celle de *P. nitidum* et de *P. fossarinum*, disait : « Il faut donc s'attendre à la découverte de quelques stations de ce mollusque, dans la faune littorale ou ailleurs. » *P. nitidum* a été trouvé par Fuhrmann, et *P. henslowianum* par nous-même. Seul *P. fossarinum* échappe encore aux recherches. — Ce simple fait indique bien avec quelle prudence on doit tirer des conclusions d'une donnée négative qu'une heureuse trouvaille peut toujours renverser.

5. *Pisidium prolungatum*, décrit par Clessin sur des exemplaires du lac de Walenstadt, est encore connu des lacs des Quatre-Cantons et du Bourget. Il descend, dans notre lac, au point le plus bas.

6. *Pisidium yungi* est connu du Léman à 30, à 100 m. de profondeur. Il descend plus bas encore (127 m.) dans notre lac.

7. *Pisidium candidum* n'est connu jusqu'à présent que dans le Léman et le lac de Neuchâtel.

8. *Pisidium nitidum* et ses variétés sont des formes littorales ou sublittorales. Longtemps inconnu dans notre lac, il fut d'abord trouvé par Fuhrmann puis par nous-même. Il passe pour être l'ancêtre de *P. Foreli* si abondant dans notre lac (voir aussi *P. henslowianum).*

11. *Pisidium Foreli* est l'espèce la plus fréquente de notre lac et l'une des plus répandues (Léman, Bodan, Brienz, Lünersee). Issue de *P. nitidum*, elle possède très nettement les caractères profonds (taille, charnière, régime limivore, etc.). Très variable, elle a donné naissance à toute une série de formes dont les unes (infima, noviodunensis) sont communes au Léman et au lac de Neuchâtel, les autres (occupatum, neocomensis) étant spéciales à ce dernier. — Sa fréquence augmente jusqu'à 100 m., puis diminue légèrement (0 à 20 m., 25 % — 20 à 40 m., 39 % — 40 à 60 m., 48 % — 60 à 80 m., 44 % — 80 à 100 m., 58 % — 100 à 120 m., 55 % — 120 à

144 m., 40 %). Ses différentes variétés semblent également réparties sur le fond ; toutes dépassent la profondeur de 100 m., toutes arrivent à la zone sublittorale où 2 pénètrent. La distribution horizontale montre ce fait frappant : tous les districts profonds hébergent cette espèce à l'exception du cône de l'Areuse. Nous retrouvons donc ici la répulsion pour cette station, partagée par la plupart des espèces caractéristiques de la profondeur.

12. *Pisidium urinator* est connu des lacs de la Suisse orientale dont il fréquente surtout le littoral. On le connaît de la profondeur dans les lacs de Zoug (130 m.), Sils (40 m.), Brienz et Thoune (100 m.). Notre trouvaille démontre qu'il est répandu plus à l'ouest encore.

Une comparaison entre les Gastéropodes et les Lamellibranches profonds s'impose. Dans les deux groupes, on distingue des formes littorales erratiques et des formes plus adaptées à la vie des fonds. Celles du premier groupe l'emportent en nombre (d'espèces) sur celles du deuxième ; mais les proportions sont renversées pour le nombre d'individus.

Les formes profondes pénètrent toutes, sauf 2, dans la zone sublittorale, à la Motte surtout.

Espèces erratiques.		Espèces profondes.	
S. corneum	*L. limosa*	*P. yungi*	*L. profunda*
P. amnicum	*L. truncatula*	*P. candidum*	*L. foreli*
P. henslowianum	*g. Planorbis*	*P. foreli*	*L. abyssicola*
P. nitidum	*Vel. lacustris*	*P. prolungatum*	*Val. lacustris*
P. urinator	*B. tentaculata*		
	Val. antiqua		
	Val. depressa		
	Val. cristata		

Les *Pisidies*, beaucoup plus nombreuses en individus que les *Limnées*, descendent aussi beaucoup plus bas et paraissent donc beaucoup mieux adaptées aux conditions profondes. Dans la zone sublittorale et la Motte, les Gastéropodes par contre l'emportent sur les Lamellibranches. Des questions de régime alimentaire suffisent à expliquer ces différences.

23. Bryozoaires.

Fredericella sultana (Blbch.) a été citée très souvent dans la profondeur des lacs ; elle est en effet connue dans le Léman, les lacs de Thoune (25 à 100 m.), de Brienz, Sempach,

Aegeri, Sarnen, Walenstadt (90 m.), Zurich, Bienne, Constance, Joux, Quatre-Cantons (25 % des dragages de 30-170 m.), Lugano (15 % des dragages, 30-80 m.), Vetter (15-110 m.). Ekman, à ce sujet, remarque que partout il s'agit de tubes vides et qu'il n'est pas certain que l'animal soit aussi fréquent que les tubes semblent l'indiquer, car ceux-ci peuvent fort bien être amenés par les courants.

Nous avons fait, dans notre lac, la même remarque ; les tubes vides de *F. sultana* y abondent devant Serrières et Neuchâtel ; deux fois seulement à 16 et 59 m., des colonies vivantes ont été recueillies. Si, d'une part, la rareté des Bryozoaires vivants parle en faveur d'une importation passive des tubes du littoral dans la profondeur, d'autre part la présence régulière de cette espèce dans d'autres lacs, les différences physiologiques qu'a remarquées Forel autorisent à admettre l'habitat profond normal de *F. sultana*.

IV. LES RÉSULTATS GÉNÉRAUX

I. Sommation des groupes.

La troisième partie de ce travail a été tout entière consacrée à présenter, groupe après groupe, la population des profondeurs du lac de Neuchâtel ; ces données isolées doivent maintenant être réunies et coordonnées de façon à ce que des considérations générales puissent s'en dégager. Résumons d'abord, dans le tableau suivant, les résultats obtenus :

	g.	esp.	var.		g.	esp.	var.
Flagellés	3	3		Report	113	209	11
Rhizopodes	18	47	8	*Cladocères*	16	25	
Infusoires	30	51		*Cypridés*	6	10	1
Hydrozoaires	1	1		*Cytheridés*	3	3	
Triclades	1	1		*Cyclopidés*	1	10	
Rhabdocèles	16	28		*Harpacticides*	1	7	2
Cestodes	1	1		*Amphipodes*	2	2	
Rotateurs	9	11		*Hydracarines*	11	16	
Gastrotriches	1	1		*Halacarides*	1	3	
Nématodes	10	23	3	*Tardigrades*	1	2	
Mermithides	3	11		*Plec., Eph.*, etc.	5	5	
Nématomorphes	1	1		*Diptères*	5	5?	
Némertiens	1	1		*Gastropodes*	5	15	6
Oligochètes	14	24		*Lamellibranches*	2	9	7
Hirudinées	4	5		*Bryozoaires*	1	1	
A reporter	113	209	11	Totaux	173	322	27
						349	

Le coefficient générique qui résulte de ce tableau est 0,53.

Nous avons établi, pour chaque groupe, l'ordre de fréquence. Le nombre moyen d'espèces par dragage étant de 30, établissons maintenant les 30 espèces les plus fréquentes dans la faune profonde :

		%			%
1.	*Difflugia pyriformis*	100	16.	*Difflugia globulosa*	48
2.	*Cyclops fimbriatus*	78	17.	*Difflugia lemani*	44
3.	*Tubifex velutinus*	77	18.	*Candona neglecta*	44
4.	*Difflugia constricta*	72	19.	*Tanytarsus*	44
5.	*Ironus ignavus*	70	20.	*Canthocamptus crassus*	44
6.	*Dorylaimus fecundus*	66	21.	*Cyclops viridis*	44
7.	*Tubifex hammoniensis*	63	22.	*Difflugia fallax*	40
8.	*Pisidium foreli*	60	23.	*Pontigulasia bigibbosa*	40
9.	*Cypria ophtalmica*	59	24.	*Dendrocoelum lacteum*	40
10.	*Centropyxis aculeata*	56	25.	*Rhabdostyla ovum*	40
11.	*Plagiostomum lemani*	54	26.	*Lagenophrys ampulla*	39
12.	*Monohystera dubia*	52	27.	*Trilobus gracilis*	37
13.	*Difflugia elegans teres.*	52	28.	*Tokophrya cyclopum*	36
14.	*Canthocamptus schmeili*	50	29.	*Difflugia lebes*	36
15.	*Otomesostoma auditivum*	50	30.	*Monohystera vulgaris*	34

Il est à remarquer que la plupart de ces espèces sont des cosmopolites universellement répandus. 8 seulement passent pour être caractéristiques de la profondeur.

Cette liste est pour ainsi dire celle du dragage moyen résultant de toute nos observations ; mais elle ne tient pas compte des profondeurs. En tenant compte de ce facteur, et en utilisant les tableaux de fréquence relative, nous allons essayer d'établir les listes d'animaux les plus fréquents de 0 à 20 m., 20 à 40 m., etc. Les Protozoaires dont l'étude a été fragmentaire ne sont pas compris dans ces listes (voir p. 127).

Les Acariens, Cladocères et Gastéropodes ne sont notés que dans la première zone, les Amphipodes seulement dans la dernière. Tous les autres groupes sont représentés à peu près également dans chacune des zones, sauf toutefois les Ostracodes, qui, à 100 m., atteignent un maximum de 7 espèces. — Les têtes de colonne sont occupées presque partout par des espèces cosmopolites, sauf la première où *Cytheridea lacustris*, envisagée partout pour une forme profonde, tient la première place. Il est intéressant, dans ce tableau, de suivre les variations de rang d'une espèce dans les différentes zones.

		0 - 20 m.	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100 - 120	120 - 144
Cytheridea lacust.	rang	1	—	—	16	10	19	6
Limnicythere	»	—	—	—	19	—	2	17
Canth. schmeili	»	5	8	17	18	20	6	10
Cyclops fimbriatus	»	4	3	6	9	14	—	9
Plag. lemani	»	12	9	18	15	15	7	20
Otomesos. audit.	»	13	17	12	11	16	—	16
Tubifex velutinus	»	14	13	3	13	11	5	8

0 — 20 m.	20 — 40 m.	40 — 60 m.	60 — 80 m.	80 — 100 m.	100 — 120 m.	120 — 144 m.
Cyth. lacustris	*Cypria ophtal.*	*Cypria ophtal.*	*Tanytarsus*	*Tanytarsus*	*Cypria ophtal.*	*Cypria ophtal.*
**Hygr. nigromac.*	*Orthocladius*	*Tanytarsus*	*Orthocladius*	*Cypria ophtal.*	*Limnic. s. patr.*	*Candona neglecta*
Trilobus gracilis	*Cycl. fimbriatus*	*Tub. velutinus*	*Cypria ophtal.*	*Candona neglec.*	*Tanytarsus*	*Doryl. fecundus*
Cycl. fimbriatus	*Canth. crassus*	*Candona neglec.*	*Tanypus*	*Tanypus*	*Tanypus*	*Ironus ignavus*
Canth. schmeili	*Candona neglec.*	*Ironus ignavus*	*Candona neglec.*	*Ironus ignavus*	*Tub. velutinus*	*Tanytarsus*
Canth. staph.	*Tanypus*	*Cycl. fimbriatus*	*Ironus ignavus*	*Doryl. fecundus*	*Canth. schmeili*	*Cyth. lacustris*
Canth. crassus	*Tub. hammon.*	*Tanypus*	*Pisid. foreli*	*Pisid. foreli*	*Plag. lemani*	*Candona candida*
**Midea orbiculata*	*Canth. schmeili*	*Orthocladius*	*Candona cand.*	*Orthocladius*	*Dendroc. lacteum.*	*Tub. velutinus*
**Pionacerc. vatrax*	*Plag. lemani*	*Pisid. foreli*	*Cycl. fimbriatus*	*Candona cand.*	*Candona neglecta*	*Cycl. fimbriatus*
Tanypus	*Ironus ignavus*	*Tub. hammon.*	*Cyclops viridis*	*Cyth. lacustris*	*Orthocladius*	*Canth. schmeili*
**Valv. antiqua*	*Doryl. fecundus*	*Doryl. fecundus*	*Otomes. audit.*	*Tub. velutinus*	*Tub. hammon.*	*Tanypus*
Plag. lemani	*Trilobus gracil.*	*Otomes. audit.*	**Ceratopogon*	*Tub. hammon.*	*Pisid. foreli*	*Trilobus gracilis*
Otomes. audit.	*Tub. velutinus*	*Cyclops viridis*	*Tub. velutinus*	*Cyclops viridis*	*Ironus ignavus*	*Tub. hammon.*
Tub velutinus	*Styl. hering.*	*Trilobus gracil.*	*Tub. hammon.*	*Cycl. fimbriatus*	*Cycl. serrulatus*	*Cycl. serrulatus*
Styl. hering.	*Canth. staph.*	*Styl. hering.*	*Plag. lemani*	*Plag. lemani*	*Cyclops viridis*	*Pisid. foreli*
**Chydorus piger*	*Tanytarsus*	*Canth. crassus*	*Cyth. lacustris*	*Otomes. audit.*	*Canth. crassus*	*Otomes. audit.*
Canth. stap. neoc.	*Otomes. audit.*	*Canth. schmeili*	*Trilobus gracil.*	*Trilobus gracil.*	**Mesost. ehrenb.*	*Limnic. s. patr.*
Cypria ophtal.	*Candona cand.*	*Plag. lemani*	*Canth. schmeili*	*Canth. crassus*	*Candona candida*	*Cyclops viridis*
Tanytarsus	*Dendroc. lact.*	*Dendroc. lact.*	*Limnic. s. patr.*	*Cycl. serrulatus*	*Cyth. lacustris*	**Niphargus foreli*
**Mesost. lingua*	*Cyclops viridis*	*Candona cand.*		*Canth. schmeili*	**Leucocyth. mir.*	*Plag. lemani*
Doryl. fecundus	*Pisid. foreli*	*Tubifex ferox*		*Dendroc. lact.*	**Iliocypris lacustr.*	*Dendroc. lacteum*

* Espèces mentionnées une fois seulement.

Nos recherches ont permis la découverte de 26 espèces et variétés nouvelles. Ce sont :

Epistylis violacea n. sp., Mihi.
Cothurniopsis canthocampti n. sp., Mihi.
**Provortex lacustris* n. sp., Fuhrmann.
**Opistomum lacustris* n. sp., Fuhrmann.
**Castrada monardi* n. sp., Fuhrmann.
* » *tridentata* n. sp., Fuhrmann.
**Mesostoma monorchis* n. sp., Fuhrmann.
**Acrorhynchus neocomense* n. sp., Fuhrmann.
Callidina progonidia n. sp., Mihi.
Ironus ignavus v. *colourus* n. v., Steiner.
Trilobus gracilis v. *homophysalidis* n. v., Steiner.
» » v. *allophysis* n. v., Steiner.
Dorylaimus fecundus v. *helveticus* n. v., Steiner.
» *longicaudatus* v. *aquatilis* n. v., Steiner.
Mermis pachysoma n. sp., Steiner.
» *aorista* n. sp., Steiner.
Paramermis contorta v. *bathycola* n. v., Steiner.
» *macroposthia* n. sp., Steiner.
Peracantha fuhrmanni n. sp., Mihi.
Cypria ophtalmica v. *punctata* n. v., Mihi.
Canthocamptus staphylinus v. *neocomense* n. v., Mihi.
**Lebertia extrema* n. sp., Walter.
* » *sublittoralis* n. sp., Walter.
**Soldanellonyx parviscutatus* n. sp., Walter.
* » *monardi* n. sp., Walter.
Sphaerium corneum v. *monardi* n. v. Piaget.

2. Distribution des espèces.

a) Distribution horizontale.

Nous avons déjà remarqué qu'aucun de nos dragages ne s'était montré azoïque ; la surface entière du fond paraît donc peuplée d'animaux qui y trouvent les conditions nécessaires à leur existence. Mais cette population, quoique présente partout, est loin de présenter en tous les endroits une égale densité ; là où s'accumulent les débris du littoral, au cône de dépôt des rivières, grouille une faune abondante de vers,

* Espèces non encore décrites.

de larves d'insectes, de crustacés ; ailleurs où l'alimentation est plus précaire, les individus et les espèces se font plus rares, sans disparaître complètement.

Cependant la densité animale n'est nullement en rapport avec la profondeur et dépend surtout des conditions d'alimentation. Or celles-ci sont liées à des facteurs irréguliers, à la présence d'un affluent, d'une source, d'un courant profond, d'un tourbillon superficiel qui accumulent en un endroit des détritus de toute espèce. Il est vrai que ces conditions favorables se rencontrent surtout près du littoral et dans les zones semi-profondes ; mais l'éloignement des rives n'est pas en rapport avec la profondeur, à cause des inégalités de la surface du fond du lac. D'autre part, les variations de température étant en relation directe avec la profondeur, et la densité animale en étant indépendante, il suit de là que : *la densité animale est indépendante de la température comme de la profondeur, et dépend uniquement des conditions d'alimentation.*

Si le fond du lac paraît donc peuplé en tous ses points, il s'en faut de beaucoup que ce soit partout des mêmes espèces, et l'on en peut même considérer deux groupes. Les unes, particulièrement résistantes, arrivées peut-être les premières dans la profondeur, sont présentes à peu près dans tous les dragages, à l'exception parfois du cône de l'Areuse. C'est surtout : *Difflugia pyriformis*, *D. constricta*, *Centropyxis aculeata*, *Plagiostomum lemani*, *Dendrocoelum lacteum*, *Monohystera*, *Trilobus gracilis*, *Ironus ignavus*, *Dorylaimus fecundus*, *Tubifex velutinus*, *T. hammoniensis*, *Candona candida*, *C. neglecta*, *Cypria ophtalmica*, *Cyclops fimbriatus*, *Canthocamptus schmeili*, les larves des groupes *Tanypus*, *Tanytarsus*, *Orthocladius*, les *Pisidium*, etc. Les secondes, au contraire, disséminées en certains endroits du lac, absentes ailleurs, forment des colonies ou cités très caractéristiques. C'est ainsi qu'un dragage nous a fourni de très nombreux *Iliocryptus sordidus*, un autre *Macrochaetina intermedia*, un autre *Mononchus macrostoma*, un autre encore des *Castrada*, *Olisthanella*, *Provortex*, etc. Ces cités se rencontrent surtout dans la zone sublittorale ou semi-profonde, où elles paraissent très nombreuses, très diverses, mais aussi de faible superficie. A mesure que l'on s'enfonce, les conditions plus uniformes, la disparition des obstacles à l'extension d'une espèce tendent à diminuer le nombre de ces cités, mais aussi à les agrandir, si bien qu'elles finissent par empiéter les unes sur les autres. La répartition des espèces est donc beaucoup plus uniforme

dans la profondeur que dans les zones supérieures, car le fond commun en *Tubifex*, *Cypria*, *Cyclops*, *Pisidium*, domine sur les espèces sporadiques qui tendent à diminuer. Cependant on a la chance parfois de rencontrer encore une cité intéressante ; ainsi une fois *Callidina progonidia* s'est montrée très abondante à 133 m., une autre fois c'est *Iliocypris lacustris* ou *Limnicythere sanctipatrici*, etc.

Lorsqu'en un point, une cité se présente où une espèce pullule en nombre considérable, il se produit en même temps une diminution correspondante des autres espèces. Par exemple un dragage (109 m.) a fourni des quantités prodigieuses de larves de Tanytarsus ; mais en même temps d'autres bêtes partout communes, *Cypria ophtalmica*, *Candona*, Turbellaires et Nématodes, accusaient une diminution considérable du nombre moyen. La prédominance d'une espèce semble donc s'établir aux dépens des autres. Les matières nutritives renfermées dans la vase sont peu abondantes et leur renouvellement toujours lent ou précaire ; la multiplication exagérée des individus vivants a tantôt fait de diminuer cette réserve de telle façon que la fuite des autres espèces s'impose.

Bien plus, cette même diminution des matières nutritives tend à déplacer les colonies sur le fond, à provoquer l'émigration. Leur épuisement en un point oblige nécessairement la cité à périr ou à se déplacer. C'est ainsi qu'un dragage à 53 m. près de Cudrefin a montré une grande quantité de valves de *Candona*, tandis que les individus vivants étaient fort peu nombreux. Une telle accumulation peut aussi être due à un tourbillon ou à un courant, mais alors d'autres débris s'y seraient trouvés, ce qui n'a pas été le cas. A la Motte, nous avons ramené des quantités de coquilles vides de Gastéropodes avec très peu d'exemplaires vivants. Il faut déduire de ces faits, croyons-nous, qu'un déplacement lent des cités se produit sur le fond du lac à mesure que les réserves alimentaires, de par l'abondance des convives, diminuent sans pouvoir se renouveler suffisamment. Il y a là, si nous pouvons nous exprimer ainsi, une sorte « d'assolement » naturel des faunes.

L'absence, dans notre lac, de districts géographiquement délimités comme dans le Ceresio et le lac des Quatre-Cantons, l'exploration détaillée entreprise seulement dans les environs de Neuchâtel ne permettent pas de comparaison entre des districts différents. Ceux que nous avons marqués sur la carte sont purement arbitraires, se touchent et se pénètrent mu-

tuellement. Toutefois deux districts ont tranché nettement sur le fond faunistique uniforme du lac ; ce sont ceux, maintes fois désignés déjà, de l'Areuse et de la Motte.

La Motte, cette île submergée arrivant à 8 m. du niveau de l'eau, ne peut être comptée dans la zone littorale dont elle est complètement séparée. Dénuée de végétation phanérogamique, recouverte d'un sable molassique grossier, soumise aux courants superficiels, aux agitations des vagues par les fortes tempêtes, aux variations saisonnières et même journalières de température, elle présente des conditions mixtes de littoral et de profondeur. Sa population a pu lui arriver de deux manières. Le *premier courant*, venu du littoral, a dû traverser les 3 km. qui séparent la colline de la côte ; ses espèces ont nagé de leur propre chef à travers la fosse en suivant la surface de l'eau ; elles ont pu y arriver encore, portées par les débris chassés par les courants ou les tempêtes. Souvenons-nous toutefois que les animaux littoraux s'écartent peu du bord, qu'on ne les trouve pas dans le plankton et que la plupart vivent sur le fond. En outre, les nombreux Mollusques de la Motte n'ont pu utiliser la voie active de migration par la surface à cause de leur mode de locomotion. Le *second courant*, plus lent, mais plus régulier et continu, est celui des bêtes du fond qui, dans leur tendance à élargir sans cesse le cercle de leur dissémination, ont remonté l'Ambière, envahi le sommet et y ont prospéré ainsi que le prouve la présence de *Cytheridea lacustris* trouvée à chaque dragage. *Otomesostoma*, *Plagiostomum*, *Tubifex velutinus*, les Rhizopodes, Nématodes, Mollusques profonds sont ainsi venus de la profondeur. Mais un autre cas a pu se produire : des espèces franchement littorales, entraînées dans les abîmes par les alluvions de l'Areuse, un glissement des sédiments, la submersion de débris auxquels elles étaient attachées, se sentant mal à l'aise dans la fosse de 137 m. qui sépare la Motte de la côte, ont cherché à regagner des zones moins défavorables ; les unes ont ainsi retrouvé le chemin du littoral, les autres, entraînées trop loin dans le lac, ont remonté les flancs de la Motte et gagné son sommet. Des espèces franchement limicoles comme *Monospilus dispar*, *Iliocryptus sordidus*, *Soldanellonyx monardi*, ont pu prendre ce chemin. La faune de la Motte projetterait donc dans le temps actuel des espèces qui autrefois ont pu se trouver accidentellement dans la profondeur.

A ces points de vue, la faune de la Motte est intéressante ; elle nous montre dans des profondeurs correspondant à celle de la zone sublittorale, un mélange très remarquable de formes strictement profondes et de formes littorales, en même temps qu'un mélange semblable dans les conditions chimiques de nourriture.

118 espèces ont été trouvées à la Motte ; bien peu n'ont pas été trouvées ailleurs ; ce sont celles qui sont marquées d'une astérisque dans le tableau suivant :

Rhizopodes. — *Difflugia pyriformis*, *D. pyriformis atricolor*, *D. globulosa*, *D. lebes*, *D. elegans teres*, *D. lemani*, *D. manicata*, *D. elegans* *, *D. constricta*, *D. curvicaulis*, *D. scalpellum* *, *D. acuminata*, *D. urceolata*, *D. fallax*, *Centropyxis aculeata*, *Pontigulasia bigibbosa*, *Heleopera cyclostoma*, *Campascus triqueter*, *Cyphoderia ampulla*, v. *major* et *typica*.

Ciliés et Flagellés. — *Cephalothamnion cyclopum*, *Euplotes patella*, *Epistylis anastatica*, *E. branchiophila*, *Vorticella sphaerica*, *Rhabdostyla ovum*, *R. inclinans* *, *Lagenophrys ampulla*, *Cothurniopsis canthocampti*, *Tokophrya cyclopum*.

Turbellaires. — *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *Mesostoma lingua*, *Dendrocœlum lacteum*, *Castrada*. sp.

Nématodes. — *Monohystera dubia*, *M. filiformis*, *M. paludicola*, *Trilobus gracilis*, *Ironus ignavus*, *Mononchus macrostoma*, *Dorylaimus fecundus*, *Paramermis conura* *, *P. limnetica* *, *Mermis aorista* *.

Oligochètes. — *Stylaria lacustris*, *Tubifex barbatus*, *T. tubifex*, *T. velutinus*, *T. ferox*, *T. hammoniensis*, *Stylodrilus heringianus*, *Limnodrilus udekemianus*, *Enchytréidée*.

Cladocères. — *Latona setifera* *, *Iliocryptus sordidus*, *Eurycercus lamellatus* *, *Camptocercus rectirostris*, *Alona quadrangularis*, *A. affinis*, *Monospilus dispar*, *Pleuroxus uncinatus*, *Chydorus piger*, *Anchistropus emarginatus* *.

Ostracodes. — *Cyclocypris laevis*, *C. pygmaea*, *C. serena*, *Cypria ophtalmica*, *Candona neglecta*, *C. candida*, *C. studeri*, *Cytheridea lacustris*, *Limnicythere sancti-patrici*.

Copépodes. — *Cyclops fimbriatus*, *C. albidus*, *C. viridis*, *C. strenuus*, *Canthocamptus staphylinus*, *C. st. v. neocomensis*, *C. crassus*, *C. minutus*, *C. echinatus*, *C. schmeili breviseta*.

* Espèces trouvées seulement à la Motte.

Acariens. — *Hygrobates nigromaculatus*, *Midea orbiculata*, *Pionacercus vatrax*, *Brachypoda versicolor*, *Limnesia undulata*, *Forelia parmata*, *Unionicola crassipes*, *Soldanellonyx monardi*.

Diptères. — *Tanypus*, *Tanytarsus*, *Orthocladius*, *Chironomus*.

Mollusques. — *Anodonta mutabilis* *, *Pisidium Foreli* ,*P. urinator* *, *P. henslowianum* *, *Limnaea Foreli*, *L. abyssicola*, *L. profunda*, *Valvata lacustris*, *V. antiqua*, *V. cristata*, *Bythinia tentaculata* *, *Planorbis contortus* *, *P. carinatus* *, *P. marginatus* *.

Divers. — *Hydra vulgaris*, *Rotifer vulgaris*, *Helobdella stagnalis*, *Glossosiphonia complanata*, *Macrobiotus macronyx*, *M. lacustris* *, *Fredericella sultana*, *Molanna angustata* *.

Le cône de l'Areuse, au contraire de la Motte, nous montre des conditions littorales réalisées jusqu'aux profondeurs de 50 et 80 m. : abondance de débris, limon grossier, substances organiques dans l'eau. La richesse de la faune de ce district confirme la constatation de Zschokke à propos du delta de la Reuss : « Der Befund widerspricht der allgemeinen Annahme, dass die Tiefenfauna vor der Flussmündungen verarme » ; il est regrettable que cet auteur n'ait pas présenté une étude particulière de ce district. Fehlmann, au contraire, constate que le cône du Cassarate est très pauvre.

La température, mesurée à l'embouchure de l'Areuse, a donné des chiffres peu différents de ceux d'autres régions ; la transparence de l'eau y est très faible, et l'obscurité complète doit se produire à une moindre profondeur ; la pression est indépendante de la présence d'un affluent ; le repos y est troublé par les courants des eaux de l'Areuse. Les conditions physiques sont donc, à très peu de choses près, celles de la profondeur. Tout autres sont les conditions d'alimentation ; les détritus, les substances organiques y sont si abondants que la vase rappelle celle qu'on trouve dans les étangs et se corrompt rapidement dans les cristallisoirs. Une faune très abondante, de faciés littoral ou rhéophile, y prospère en nombre considérable d'individus. Mais en même temps, et détail caractéristique, *les formes qui passent pour franchement profondes et sténothermes d'eau froide évitent à peu près complètement ce district.* C'est ce que montre la liste ci-dessous :

Difflugia pristis, *D. constricta*, *D. fallax*, *D. limnetica*, *D.*

pyriformis, D. pyriformis lacustris, Heleopera cyclostoma, H. petricola.

Prorodon teres *, *Dileptus anser, Ophryoglena atra, Paramecium caudatum, Metopus sigmoides, Lembadion bullinum* *, *Spirostomum ambiguum, S. teres* *, *Chilodon cucullulus* *, *Stentor cœruleus, S. polymorphus, Anhymenia steini, Vorticella, Opercularia articulata, Epistylis plicatilis, Rhabdostyla ovum, Pyxidium cothurnioides, Cothurniopsis canthocampti, Lagenophrys ampulla, L. vaginicola, Tokophrya cyclopum.*

Dendrocœlum lacteum, Olisthanella truncula, Gyratrix hermaphroditus, Plagiostomum lemani.

Monohystera vulgaris, M. filiformis, M. paludicola, Plectus palustris *, *Trilobus gracilis, Ironus ignavus, Dorylaimus fecundus, D. carteri* *, *Diplogaster rivalis* *, *Tylenchus* *.

Chaetogaster diaphanus *, *Tubifex tubifex, T. hammoniensis, Stylodrilus heringianus, Chaetogaster langi* *.

Sida crystallina, Iliocryptus sordidus, Acroperus angustatus *, *Leydigia quadrangularis, Alona affinis, A. rectangula* *, *Peracantha fuhrmanni, Pleuroxus trigonellus, P. uncinatus, Monospilus dispar, Chydorus globosus* *, *C. sphaericus, C. piger.*

Cyclocypris laevis, C. pygmaea, C. serena, Cypridopsis vidua, Cypria ophtalmica, Candona candida, C. neglecta, C. studeri.

Cyclops serrulatus, C. fimbriatus, C. viridis, C. strenuus, Canthocamptus staphylinus, C. st. neocomensis, C. crassus, C. echinatus, C. minutus.

Midea orbiculata, Lebertia extrema, Limnesia undulata, Hygrobates trigonicus, Unionicola crassipes, Piona brehmi.

Chironomus, Orthocladius, Tanypus, Tanytarsus, Nemourea variegata *, *Oxyethira* *, *Sialis flaviterata.*

Limnaea truncatula *, *L. limosa, L. profunda, Valvata cristata, Pisidium foreli, P. amnicum* *, *P. candidum.*

Helobdella stagnalis, Herpobdella atomaria *, *Glossosiphonia complanata, Herpobdella octoculata* *, *Chaetonotus maximus, Rotifer vulgaris, Diglena forcipata, Gordius aquaticus* *, *Prostoma lacustris, Macrobiotus macronyx, Hydra vulgaris, Gammarus pulex.*

Ainsi n'ont pas été trouvés dans le cône de l'Areuse : *Tubifex velutinus, T. ferox, Otomesostoma auditivum, Trigonostomum neocomense, les Cytheridae, Iliocypris lacustris,*

* Espèces trouvées seulement dans le cône de l'Areuse.

Canthocamptus schmeili. Par contre les *Sangsues*, *Dendrocœlum lacteum*, *Tubifex tubifex*, *Canthocamptus crassus* et *staphylinus*, les *larves* et surtout les *Infusoires*, les *Cladocères*, les *Copépodes* et les *Ostracodes* se sont montrés extraordinairement abondants.

D'une part donc, quoique les conditions physiques (température surtout) soient celles de la profondeur, les formes les plus caractéristiques des grands fonds évitent le cône de l'Areuse, et d'autre part les espèces à l'ordinaire littorales ou rhéophiles y descendent à 84 m. malgré les conditions physiques. Qu'est-ce à dire sinon que ces dernières ne règlent pas la répartition bathymétrique des espèces.

Les autres cônes étudiés, ceux de la Serrières et du Seyon, sont loin de présenter les mêmes conditions ; des rivières qui les alimentent, l'une, la Serrières, venue d'une source vauclusienne, court d'usine en usine sur tout son parcours ; l'autre, le Seyon, détourné de son cours il y a une cinquantaine d'années, étale maintenant ses alluvions sur la large beine de la baie de l'Evole. Malgré cela, la faune présente les mêmes caractères qu'à l'Areuse, à un degré beaucoup moins marqué. C'est ainsi que les espèces descendent beaucoup plus bas devant l'Areuse que devant le Seyon ou la Serrières, ainsi que le montre le tableau suivant :

	Neuch.	Seyon	Serrières	Areuse	Motte
Spirostomun ambiguum	—	30 m.	—	73 m.	—
Stentor coeruleus	—	23	—	73	—
Rotifer vulgaris	—	30	—	73	—
Helobdella stagnalis	—	23	—	52	9m.
Hiocryptus sordidus	40 m.	59	30 m.	84	12
Leydigia quadrangularis	40	30	—	84	—
Pleuroxus uncinatus	40	59	41	65	16
Monospilus dispar.	54	45	35	84	16
Cyclocypris pygmaea		30	30	73	26
» *serena*	—	44	—	84	22
Cypridopsis vidua	72	72*	45	65*	—
Canth. staph. neoc.	—	67	42	84	16
Canthocamptus minutus	40	59	45	84	12
Midea orbiculata	35	33	—	65	22
Lebertia extrema	60	44	30	65	—
Limnesia undulata	34	35	—	41	9
Hygrobates trigonicus	—	—	30	73	—
Unionicola crassipes	60	70	—	84	8

Une seule exception (*) a été constatée.

A ce tableau pourrait encore s'ajouter toutes les espèces trouvées seulement dans le cône de l'Areuse à des profondeurs atteignant 84 m. et présentes au littoral.

b) Distribution verticale.

Dans le très grand nombre d'espèces et de variétés qui fréquentent le fond de notre lac, beaucoup ne descendent pas jusqu'au plat-fond ou n'y descendent qu'exceptionnellement. D'autres au contraire y habitent normalement, s'y reproduisent, y prospèrent : ainsi 110 espèces environ ont été trouvées au-dessous de 100 m. Les principales sont :

D. pyriformis, *D. elegans teres*, *D. curvicaulis*, *D. lebes*, *Pontigulasia bigibbosa*, *Cyphoderia ampulla major*. — *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *Acrorhynchus neocomensis*. — *Callidina progonidia*. — *Alaimus primitivus*, *Aphanolaimus aquaticus*, *Monohystera*, 3 esp., *Ironus ignavus*, *Trilobus gracilis*, *Dorylaimus fecundus helveticus*. — *Tubifex velutinus*, *T. hammoniensis*. — *Alona affinis*. — *Cypria ophtalmica*, *Candona*, 3 esp., *Iliocypris lacustris*, *Cytheridées*. — *Cyclops*, 6 esp., *Canthocamptus*, 4 esp. — *Niphargus foreli*. — *Larves d'insectes*, 4 groupes. — *Pisidium*, 3 esp.[1]

Ainsi qu'on le constate, la majeure partie de ces espèces sont aussi présentes dans le littoral où même elles semblent avoir leur habitat préféré. La profondeur des lacs n'est donc pas un milieu si fermé qu'on a bien voulu le dire ; il est au contraire largement ouvert à toutes les pénétrations et toutes les espèces, qui parviennent à y trouver leur subsistance, ne se font pas faute d'y habiter.

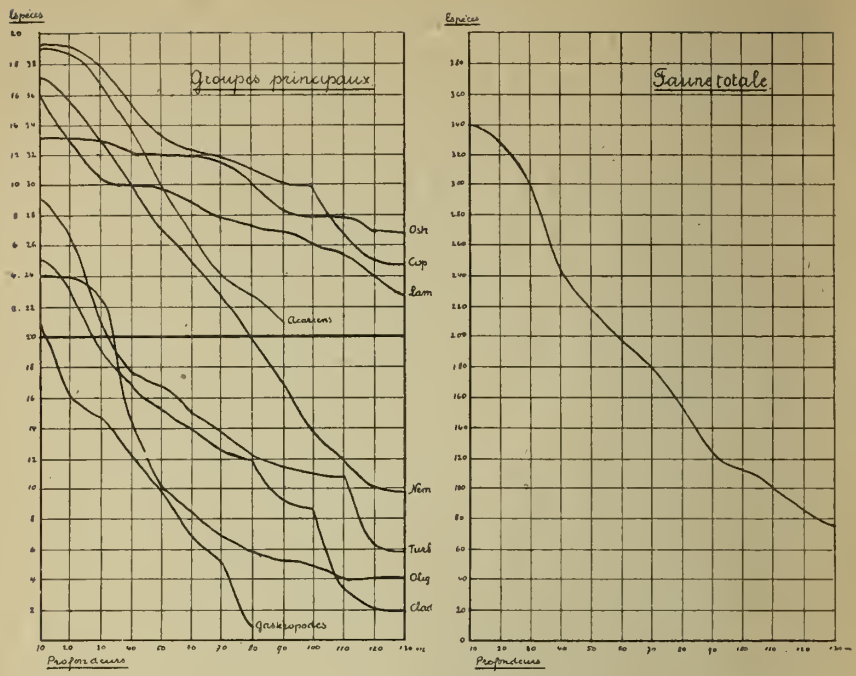
Si l'on dresse un tableau du nombre d'espèces trouvées à chaque profondeur, on constate une remarquable régularité dans leur diminution. Seule, la zone 30-40 m. montre une chute brusque due à la disparition des espèces herbivores ou commensales des plantes : c'est du reste à cette profondeur qu'on a coutume, depuis Forel, de placer la limite supérieure de la faune profonde. La courbe (p. 138) construite avec les données du tableau ci-dessous est d'allure asymptotique.

[1] Pour connaître les autres espèces, consulter les tableaux particuliers de chaque groupe.

Espèces trouvées au-dessous de	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130 m.
Flagellés . . .	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rhizopodes . .	55	55	52	36	33	33	33	33	27	27	25	24	24
Infusoires . . .	51	50	48	40	40	35	34	24	16	16	12	10	6
Hydrozoaires. .	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Turbellaires . .	29	27	21	17	17	15	14	12	12	12	11	6	6
Cestodes. . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rotateurs . . .	11	10	10	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Gastotriches . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nematodes . .	37	36	33	30	27	25	23	20	17	12	12	10	10
Nematomorphes.	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Nemertiens . .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oligochètes . .	24	24	23	14	10	9	7	7	5	5	4	4	4
Hirudinées . .	5	5	4	4	4	3	3	1	1	1	1	—	—
Cladocères. . .	25	23	19	17	15	14	12	12	7	7	3	2	2
Ostracodes. . .	13	13	13	12	12	12	12	10	8	8	8	7	7
Copépodes . . .	19	19	18	15	13	12	12	11	10	10	7	5	5
Amphipodes . .	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acariens . . .	19	19	17	14	10	7	4	3	1	—	—	—	—
Tardigrades . .	2	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Larves	10	9	8	7	7	6	6	5	4	4	4	4	3
Gastéropodes. .	21	16	15	12	10	7	5	1	—	—	—	—	—
Lamellibranches	16	13	10	10	10	9	8	8	7	6	6	4	3
Bryozoaires . .	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Totaux	349	329	301	241	220	196	181	154	122	115	100	83	77
Différences	20	28	60	21	24	15	27	32	7	15	17	6	

c) Groupement des espèces.

Depuis que Dahl a découvert dans les faunes marines des espèces eurybathes et sténobathes, certains auteurs ont cru reconnaître dans les eaux douces des formes de ces deux catégories. Ainsi dans le Baïkal, lac atteignant 1700 m. de profondeur, une faune très caractéristique de Crustacés profonds, à longues antennes et longues pattes, à yeux réduits ou absents, a été découverte et forme vraiment une population abyssale caractéristique. Mais dans les lacs européens, dont la profondeur ne dépasse pas 300 ou 400 m., dont la formation date de l'époque glaciaire, il n'existe aucune différence fondamentale entre les faunes profonde et littorale.



Aussi Ekman (1917) propose-t-il de réserver le mot abyssal aux faunes semblables à celle du Baïkal, notre faune profonde n'étant qu'un cas particulier de la faune littorale. « Er (le terme de faune profonde lacustre) fasst die profunde und die abyssale Fauna zusammen, die einander doch in manchen Hinsichten als Gegensätze gegenüberstehen, und er scheidet die profunde und die litorale Fauna die einander sehr nahe stehen. » Penard aussi, ayant cru reconnaître certaines espèces de Rhizopodes spéciaux à la profondeur, les ayant retrouvés plus tard dans le littoral, conclut qu'il n'y a pas lieu d'établir une distinction entre faune littorale et profonde. Les Allœocœles et les Cythéridées ont passé longtemps pour sténobathes profonds, mais en réalité fréquentent aussi bien le littoral que la profondeur.

Il n'en subsiste pas moins que certaines formes sont beaucoup plus que d'autres capables de s'acclimater dans les grands fonds de nos lacs ; mais ce ne sont pas toujours des espèces caractéristiques. *Difflugia pyriformis*, *Cyclops fimbriatus*, *Cypria ophtalmica*, *Tubifex tubifex*, etc., très fré-

quents dans nos pêches, sont des cosmopolites répandus partout. Il n'y a pas lieu, à cause de leur fréquence, de les séparer dans une classification naturelle, des *Cytheridées* ou *Allœocœles* qui sont parfois moins abondants.

Le critère profondeur se montre donc insuffisant à la classification des faunes ; le critère sténothermie d'eau froide, intimement lié au premier, souffre les mêmes critiques. Il faut donc chercher une autre base à la classification et nous pourrions la trouver dans les conditions de la reproduction. Quelques espèces, en effet, descendues accidentellement au-dessous de leur zone habituelle, ne peuvent s'y reproduire à cause des conditions défavorables et du peu de chances de trouver un compagnon ; ou bien leur reproduction est si précaire qu'au bout de quelques générations l'espèce affaiblie n'est plus capable de procréer. Ce sont les véritables espèces erratiques. Forel envisagea d'abord que toute la faune profonde était dans ce cas. Roszkowski admet la chose pour les Limnées. — D'autres espèces au contraire, trouvées fréquemment à l'état de maturité sexuelle dans la profondeur, s'y reproduisent constamment, s'y multiplient et forment de beaucoup la plus importante partie de la faune. Dans le premier cas, si un apport nouveau ne se produit pas du littoral, l'espèce est destinée à s'éteindre en un bref délai — dans l'autre, même si les formes littorales disparaissent par un subit abaissement de niveau [1] ou par l'envahissement de végétaux, l'espèce persistera dans le lac. Ce critère une fois établi — et il peut l'être soit par l'observation attentive, soit par l'expérience — a l'avantage d'être univoque et ne laisser prise à aucune ambiguité.

Il y a donc à distinguer :

1. Les espèces égarées dans la profondeur et qui y sont parvenues soit activement, soit passivement.

2. Les espèces adaptées à la profondeur, qui y vivent régulièrement et qui s'y reproduisent. Dans cette catégorie peuvent se distinguer encore deux groupes. Le premier comprend des espèces plus ou moins cosmopolites, fréquentes particulièrement dans le littoral des lacs ; *Dendrocœlum lacteum*, les *Candona*, les *Cyclops*, *Canthocamptus*, etc., font partie de ce premier groupe. Le deuxième, plus spécialisé, contient les espèces caractéristiques de la faune profonde, telles que les

[1] Le fait s'est peut-être produit dans notre lac pour *Pisidium henslowianum* (Piaget).

Allœocœles, les *Cytheridae*, *Niphargus*, *Pisidium*, *Limnaea profunda* et *abyssicola*, *Difflugia lebes* et *elegans* var. *teres*, etc.

Cette classification a l'avantage de faire abstraction de la profondeur : toutes les espèces en effet coexistent ou peuvent coexister dans le littoral et les régions profondes, à l'exception d'un petit nombre d'espèces purement littorales. Elle ne s'appuie pas non plus sur des considérations historiques qui sont toujours sujettes à discussion.

D'autres auteurs ont aussi cherché à établir une classification des espèces. Zschokke les divise en « Ufertiere » et « Tiefentiere », mais il a été constaté déjà que ces deux faunes se pénètrent mutuellement si bien que cet auteur cite à 200 m. 11 « Ufertiere » contre 13 « Tiefentiere » (p. 190). Von Hofsten établit 2 grands groupes subdivisés chacun en sections et dont voici le détail :

A. Espèces littorales eurythermes et cosmopolites :

1° Ressemblant parfaitement à leurs ancêtres littoraux (accidentels, fréquents ou caractéristiques) ;

2° espèces profondes dérivées d'espèces littorales actuelles.

B. Espèces manquant au littoral :

1° Sténothermes d'eau froide ;

2° espèces reléguées, préglaciaires ;

3° anciennes espèces d'eau douce, d'origine non glaciaire.

Cette classification, on le voit, fait appel à la fois à des considérations de profondeur, de sténothermie ou eurythermie et d'histoire. Or toutes ces données sont sujettes à caution, si bien que cette classification ne peut être appliquée dans la pratique qu'avec la plus grande difficulté et une incertitude réelle. Enfin, ainsi que le remarque von Hofsten lui-même, certaines espèces peuvent trouver place à la fois dans deux catégories, ce qui prouve bien l'insuffisance de cette classification. Enfin Ekman propose les 3 tribus suivantes : 1° faune littorale et sublittorale ; 2° faune sublittorale profonde ; 3° faune eurybathe. — C'est la même classification que celle de Zschokke où l'auteur apporte encore la faune littorale laissée de côté par cet auteur, avec une légère modification de termes.

Notre essai de classification nous semble donc apporter

un réel progrès à la question ; souvenons-nous cependant que pour une décision certaine de la faune, les conditions suivantes doivent être remplies :

1. Histoire géologique et paléontologique de chaque espèce parfaitement connue.

2. Sa répartition géographique actuelle exactement et complètement mise à jour.

3. Ses mœurs, ses moyens d'existence, sa multiplication, sa biologie en un mot parfaitement connue.

Or nous sommes bien loin encore d'un tel idéal ; la première condition ne peut pas être remplie pour tous les animaux non fossilisables, et la toute grande partie de notre faune est composée d'espèces cryptogènes.

d) Variations dans le temps.

Les variations saisonnières sont de très peu d'importance dans la faune profonde où elles ne semblent affecter que les espèces égarées. Nous avons étudié déjà celles des Cladocères, de *Cyclops vernalis*, *C. viridis* et *Niphargus Foreli*, trouvés seulement au printemps, celles des larves de Diptères. Zschokke mentionne celles de *C. viridis* ; Penard remarque un maximum de fréquence des Rhizopodes en septembre et octobre ; c'est à ces courtes données que se réduisent nos connaissances sur les variations saisonnières des faunes profondes.

Quant aux transformations lentes des faunes, elles sont encore plus difficiles à aborder. Asper et Heuscher ont remarqué que les *Pisidies* profondes semblent devenir de moins en moins nombreuses dans le lac d'Aegeri et dans celui de Zurich. *Limnaea abyssicola*, très fréquente dans le Léman en 1867-75, y est devenue plus rare ; ce fait est peut-être à rapprocher de la pauvreté de notre lac en Gastéropodes profonds. Pour ce qui concerne notre lac, les dragages de M. le prof. Fuhrmann, commencés en 1901 et poursuivis jusqu'en 1911, permettent l'observation suivante : *Gyratrix hermaphroditus* trouvé souvent dans la profondeur par cet auteur et jusqu'à 120 m., ne s'est trouvé qu'une fois à 34 m. dans nos pêches. Il semble donc avoir disparu de la faune profonde, quoiqu'il soit toujours imprudent de tirer des conclusions de données négatives.

Afin de rendre l'étude de ces variations accessibles à nos successeurs, nous avons multiplié autant que possible les statistiques, les données numériques et cherché à rendre nos tableaux aussi précis que possible. Peut-être y aura-t-il plus tard matière à comparaison dans cette « arithmétique zoologique ».

3. Comparaison des faunes littorale et profonde du lac.

Des trois sociétés animales peuplant le même lac, deux — les sociétés littorale et profonde — se pénètrent si intimement qu'elles ne peuvent se différencier par aucun critère constant; seule la faune du plankton, par sa biologie et son aspect, diffère nettement des deux précédentes ; aussi devons-nous l'exclure de ce chapitre.

Résumons, dans le tableau suivant, nos connaissances sur la faune du lac, pour les groupes principaux.

	Faune lit. et prof.		Faune profonde		Faune littorale	
	genres	espèces	genres	espèces	genres	espèces
Rhizopodes	21	56	18	47	3	9
Infusoires	44	83	30	51	14	32
Turbellaires	19	36	17	28	2	8
Rotateurs	24	33	9	11	15	22
Nématodes	15	33	13	23	2	10
Oligochètes	16	35	14	24	2	11
Cladocères	20	35	16	25	4	10
Ostracodes	13	18	9	13	4	5
Copépodes	2	17	2	17	—	—
Hydracarines	12	20	11	16	1	4
Gastéropodes	8	29	5	15	3	14
Lamellibranches	4	14	2	9	2	5
Totaux	198	409	146	279	52	130

Ainsi qu'on le remarque, ce sont surtout les Infusoires, les Rotateurs et les Gastéropodes qui se cantonnent au rivage. Les Rhizopodes littoraux se retrouveront sans doute dans la profondeur avec les Nématodes et peut-être quelques Oligochètes et Cladocères ; les Infusoires libres ont été peu étudiés ; mais les Rotateurs et les Gastéropodes sont trop liés à la présence de la lumière par leurs instincts et leur régime végétal pour être des animaux profonds.

En faisant abstraction de ces groupes (Infusoires, Rotateurs et Gastéropodes), il ne reste donc qu'une soixantaine d'espèces, capables peut-être de descendre dans la profondeur mais qui n'y ont pas encore été atteintes. Cette très faible proportion montre bien l'étroite dépendance des faunes littorale et abyssale, les rapports qui existent entre elles ; l'on comprend mieux les idées de Forel et de Duplessis pour qui la plupart des espèces provenaient du littoral. La faune profonde apparaît comme un prolongement à peine appauvri de la société littorale, où ne manquent que le petit nombre d'espèces liées à la présence de végétaux, où abondent les formes auxquelles une eau pure, exempte de composés organiques, très chargée en oxygène, est la condition d'existence préférée entre toutes. Le milieu profond, relié au milieu littoral par des conditions physiques et chimiques très ménagées, est pénétré par sa faune ; là où n'existe aucune barrière biologique ne saurait exister aucune barrière faunistique : c'est ce que l'étude de notre lac démontre nettement.

4. Comparaison de la faune profonde du lac de Neuchâtel avec celle des autres lacs étudiés.

Maintes fois déjà, nous avons cité les noms de Forel, Duplessis, Zschokke, von Hofsten, Ekman, ces patients observateurs de la faune profonde ; nous avons aussi établi quelques comparaisons dans les groupes principaux. Le temps est venu maintenant de comparer ces faunes dans leur ensemble, et d'en tirer les enseignements que cette opération peut comporter.

	Léman	Quatre-Cant.	Br., Th.	Lugano	Vetter	Neuch.
Flagellés	1	—	—	4	—	3
Rhizopodes	105	54	1	22	—	47
Infusoires	39	8	—	29	—	51
Hydrozoaires	1	1	1	—	1	1
Rhabdocèles	13[1]	3	14	2	3	28
Triclades	2	1	1	4	3	1
Cestodes	1	1	—	1	—	1
Rotateurs	2	—	—	2	—	11
Gastrotriches	0	—	—	1	—	1

[1] D'après von Hofsten. Zschokke en cite 22.

	Léman	Quatre-Cant.	Br., Th.	Lugano	Vetter	Neuch.
Nematodes	31 [1]	21 [1]	2	6	6	23
Mermithides	?	14 [2]	1	—	7	11
Nematomorphes	1	—	—	—	1	1
Nemertiens	—	—	—	—	—	1
Oligochètes	17	14	6	13	13	24
Hirudinées	1	1	2	1	1	5
Cladocères	6	2	5	1	10	25
Cypridés	3	4	8	3	6	10
Cytheridés	3	2	3	—	4	3
Cyclopidés	2	3	8	2	5	10
Harpacticides	2	—	1	—	2	8
Schizopodes	—	—	—	—	2	—
Amphipodes	2	2	—	2	5	2
Isopodes	1	1	1	2	2	—
Hydracarines	8	16	4	11	10	16
Halacarides	1	—	—	—	—	3
Tardigrades	2	—	—	—	—	2
Insectes divers	—	8	—	1	—	5
Diptères	?	9	4	9	10	5
Gastéropodes	4	1	3	3	10	15
Lamellibranches	2	1	7	3	7	9
Bryozoaires	1	1	1	1	2	1
Totaux	251	168	73	123	110	323
Protozo. et *Dipt.*	145	71	5	64	10	106
Reste	106	97	68	59	100	217

Ces derniers chiffres, qui excluent les Protozoaires et les Diptères, laissés de côté par quelques auteurs ou dont la détermination est sujette à caution, sont en tous points comparables. Ils permettent de constater la très grande richesse de notre faune profonde qui dépasse, pour les espèces de Métazoaires, plus de deux fois le lac le plus riche étudié, le Léman. Les chiffres globaux dépassent aussi ceux de tous les auteurs, quoique dans le Léman la très belle série de Rhizopodes et de Nématodes contribue à en élever la valeur. Dans beaucoup de groupes, nous avons recueilli le maximum d'espèces trouvées jusqu'ici dans la faune profonde. Toutefois, il y a plus de Rhizopodes dans le Léman et le lac des Quatre-Cantons, plus de Triclades dans le Ceresio, plus

[1] D'après Hofmänner et Menzel.

[2] D'après Daday.

de Nématodes dans le Léman, plus de Mermithides dans le lac des Quatre-Cantons, plus de Cytheridées, Schizopodes, Amphipodes dans le Vetter. — Quant aux Diptères, l'incertitude des déterminations ne permet aucune comparaison. — Où la richesse de notre faune éclate en toute évidence, c'est dans le groupe des Rotateurs, à peine représenté ailleurs, dans celui des Oligochètes, mais surtout chez les Rhabdocèles, les Cladocères et les Harpacticides qui dépassent de beaucoup ceux observés ailleurs. Enfin, nos Mollusques sont aussi très bien représentés.

Nous pouvons envisager ici, pour expliquer cette très grande richesse de faune, plusieurs facteurs tenant soit de nos méthodes de recherches, soit de la nature du lac. Ces facteurs sont :

1° L'étude immédiate du matériel et la recherche des animaux vivants ; la vase a toujours été examinée sitôt après sa récolte ;

2° L'emploi du microscope binoculaire et des procédés spéciaux de recherches qui ont été développés dans la deuxième partie de ce travail ;

3° Le fait que le lac possède presque partout et notamment dans les environs de Saint-Blaise, dans la rive orientale et dans la région d'Yverdon, des berges en pente douce, des « beines » souvent très larges, très favorables au développement des espèces littorales et partant aux profondes ;

4° L'étude attentive du delta de l'Areuse où une faune extrêmement riche et variée a beaucoup enrichi nos listes ;

5° L'étude de la faune de la Motte qui, en raison de sa conformation spéciale, montre un mélange caractéristique d'éléments littoraux et profonds ;

6° Le fait que le glacier du Würm, générateur du lac, s'est retiré de celui-ci bien avant que du Léman et des lacs subalpins. Notre lac est donc plus ancien que les autres lacs suisses et que le Vetter ; par conséquent ses chances de peuplement ont été plus considérables, sa faune littorale est plus riche et les migrations du rivage dans la profondeur ont eu plus de temps pour s'effectuer. Il nous montre donc, à un degré beaucoup moindre sans doute, les mêmes conditions qui ont permis au Baïkal sa très riche faune profonde et abyssale.

Outre cette richesse très grande de notre lac, nous avons une deuxième observation à relever ; malgré nos beaux résul-

tats, il n'en demeure pas moins, comme fond de faune, un certain nombre d'espèces les plus communes qui fréquentent à la fois plusieurs lacs. Ce sont les formes suivantes :

Hydra vulgaris, *Dendrocœlum lacteum*, *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *Ironus ignavus*, *Trilobus gracilis*, les *Monohystera*, *Tubifex ferox*, *T. velutinus*, *T. hammoniensis*, *T. tubifex*, *Stylodrilus heringianus*, *Cypria ophtalmica*, *Candona neglecta*, *C. candida*, les *Cytheridées*, *Cyclops strenuus*, *C. viridis*, *C. fimbriatus*, *Niphargus foreli*, *Limnesia undulata*, *Hygrobates nigromaculatus*, *Unionicola crassipes*, les *Chironomides*, *Limnaea foreli*, *Pisidium foreli*.

Ces espèces sont, on le voit, relativement peu nombreuses, et comprennent, à côté d'un petit nombre de formes spéciales, surtout des cosmopolites. — En dehors de ce fond commun, chaque lac possède des espèces particulières ; les unes sont très adaptées à la profondeur et caractérisent chacune un lac *(Dorylaimus zschokkei*, *D. bathybius*, *D. fecundus helveticus*, *Pisidium occupatum*, *charpentieri*, *studeri*, *clessini*, *italicum)* ; les autres — et ici la liste est trop longue pour être donnée, — qui comprennent surtout des Cladocères, Hydracarines et Hirudinées, sont erratiques et ne font dans la biologie de la faune profonde que de fugitives apparitions.

Une troisième remarque à faire est le caractère cosmopolite de notre faune profonde, qui résulte de ce que nous avons dit plus haut. Le fond d'espèces adaptées variant peu d'un lac à un autre, l'augmentation et la variation des nombres résideront surtout dans les espèces erratiques ; celles-ci différeront beaucoup d'un lac à un autre, mais peut-être plus en apparence qu'en réalité, car leur capture est toujours le fait du hasard. Mais grâce à nos riches résultats, peu d'espèces trouvées ailleurs ne l'ont pas été dans notre lac. Le tableau suivant donne à ce sujet des renseignements utiles.

	Léman	Quatre-Cant.	Lugano	Br., Th.	Vetter
Rhizopodes	64	22	8	—	—
Infusoires	24	2	14	—	—
Turbellaires	2*	—	2	6	4
Nématodes	13	21	1	2	9
Oligochètes	5	4	4	—	3
Crustacés	4	1	2	7	15
Hydracarines	10	13	7	4	13
Mollusques	1	2	2	5	11
Totaux	123	65	40	24	56

* D'après von Hofsten.

Les plus hauts chiffres de ce tableau sont ceux des groupes étudiés spécialement par des spécialistes ; les Rhizopodes du Léman et du lac des Quatre-Cantons par Penard ; les Infusoires du Léman par Roux ; les Nématodes du Léman et des Quatre-Cantons par Hofmänner, les Oligochètes du Léman par Piguet.

Comparaison avec le Léman. — La très grande richesse en Rhizopodes profonds de ce lac ne peut s'opposer à la pauvreté relative de notre faune, car, si un naturaliste se livrait dans notre lac avec la patience et la pénétration d'un Penard à la recherche des Sarcodinés, il n'y a pas de doute que les résultats ne concordent avec ceux du Léman. — Chez les Nématodes, les différences aussi sont plus apparentes que réelles. — Dans les Turbellaires, à côté de quelques formes communes, notre lac montre une supériorité marquée, surtout en espèces marines, *Acrorhynchus neocomense*, *A. lacustris*, *Provortex lacustris*. — Nos Rotateurs profonds avec la très caractéristique *Callidina progonidia* diffèrent de ceux du Léman qui sont des Rhizotides ou des Ploïmides. — Dans les Oligochètes, notre lac montre une grande richesse en Naïdés moins représentés dans le Léman : *Bythonomus lemani* par contre n'a pas été trouvé. — Mais c'est surtout dans les Rhabdocèles, Copépodes et Cladocères qu'éclate le contraste ; ces derniers, assez faciles à apercevoir (à l'exception de *C. schmeili)*, sont peu représentés au Léman. Est-ce le fait de la plus grande ancienneté de notre lac ou celui des méthodes de recherche, nous n'osons affirmer. Enfin nos Mollusques concordent remarquablement, si l'on fait abstraction de quelques espèces erratiques ; seuls, *Ancylus fluviatilis*, *Pisidium infimum* et *P. fossarinum* n'ont pas été retrouvés dans notre lac. Somme toute, et malgré quelques différences d'ordre secondaire, c'est avec le Léman que notre faune présente le plus d'affinités.

Comparaison avec le lac des Quatre-Cantons. — Quoique longuement étudié par Zschokke (198 dragages), ce lac est loin d'offrir une faune aussi riche que le nôtre. Seuls les Rhizopodes étudiés par Penard, les Nématodes étudiés par von Daday et Hofmänner, et les Hydracarines déterminés par Walter, offrent des résultats égaux ou supérieurs aux nôtres. Chez ces dernières, 3 espèces seulement sont communes aux deux lacs. Partout ailleurs, notre lac est beaucoup plus riche ; chez les Rhabdocèles (28 espèces contre 3), les Rotateurs (11 contre 0), les Oligochètes (24 contre 14), les

Cladocères (25 contre 2) et les Copépodes (18 contre 3), ce caractère éclate avec netteté. Que tant d'espèces aient échappé à l'auteur, nous n'osons le croire ; l'ancienneté de notre lac, le développement de ses beines jouent certainement leur rôle.

Comparaison avec les lacs de Brienz et de Thoune. — Les Protozoaires de ce lac n'ont pas été étudiés. Dans tous les autres groupes, notre lac surpasse de beaucoup les résultats de ces bassins. Les Turbellaires y ont été nombreux ; parmi eux, *Stenostomum agile*, *Strongylostoma elongatum*, *Castrada lanceola*, *Lutheria minuta*, *Dalyellia cuspidata*, *Castrella truncata*, n'ont pas été retrouvés dans notre lac. Enfin, les Cladocères, Ostracodes, Copépodes et Gastéropodes de ce lac, très nombreux, marquent beaucoup d'analogie avec notre faune.

Comparaison avec le lac de Lugano. — De par sa position au sud des Alpes, ce lac offrait la résolution de nombreux problèmes relatifs à l'origine des faunes. Malheureusement, la pauvreté des résultats de Fehlmann (59 Métazoaires) n'a pas permis de les aborder avec l'ampleur qu'ils méritaient. Seuls les Rhizopodes, Infusoires, Oligochètes et Hydracarines présentent un tableau quelque peu complet de la faune profonde de ce lac. 18 Métazoaires (dont 7 Hydracarines) n'ont pas été retrouvés dans notre lac. A noter aussi l'extrême pauvreté en Crustacés qui ne comptent que des espèces ubiquistes, et quelques espèces du plankton comptées, on ne sait pourquoi, dans la faune profonde. Il est difficile d'établir ici la part de responsabilité de l'auteur et celle du lac dont la faune paraît être pauvre effectivement. Asper en disait déjà : « Ob die auffallende Armuth dieses Sees damit zusammenhängt, dass nach der Vermutung der Geologen, das Luganerseebecken relativ jung ist. »

Comparaison avec le Vetter. — Un trait inattendu, au moins à première vue, de la faune profonde de ce lac est sa grande ressemblance avec celle des lacs suisses. Nous avons déjà eu l'occasion, à propos des différents groupes, de montrer ces analogies ; 56 Métazoaires seulement, présents dans ce lac, n'ont pas été retrouvés dans le nôtre. Par contre, *Hydra vulgaris*, *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *D. lacteum*, *T. gracilis*, *I. ignavus*, *M. intermedia*, *T. barbatus*, *T. hammoniensis*, *S. heringianus*, *F. sultana*, *C. viridis*, *C. strenuus*, *C. fimbriatus*, *C. crassus*, *I. acutifrons*, *M. hirsuticornis*, *E. lamellatus*, *A. affinis*, *Ch. sphaericus*, *C. ophtalmica*, *C. neglecta*, *C. lacustris*, *L. sancti-patrici*, *L. mirabilis*,

V. cristata, *V. depressa*, *P. nitidum*, etc., sont communs aux deux lacs. Ce que le Vetter offre de nettement distinct avec les lacs suisses, c'est la présence d'un genre nouveau de Nématodes, le g. *Vetteria*, une longue liste de Mermithides, d'Hydracarines et de Pisidies propres aux régions septentrionales, mais surtout les Schizopodes, Amphipodes et Isopodes marins des genres *Mysis*, *Pontoporeia*, *Gammaracanthus*, *Pallasea* et *Chiridotheca* absents de la faune suisse.

5. Les facteurs du peuplement.

Forel et Duplessis distinguent quatre conditions qui, selon eux, caractérisent la profondeur : la pression, l'obscurité, le repos, la température. La pression ne semble jouer aucun rôle chez les invertébrés à cause de la presque incompressibilité de l'eau et des tissus animaux. L'obscurité n'en doit jouer qu'un tout accessoire, car beaucoup d'espèces leucophobes habitent les rivages éclairés et se contentent de l'abri offert par les creux ou les pierres. Le repos des eaux ne paraît pas non plus exercer d'influence ; les pierres et les végétaux protègent les espèces littorales contre la trop violente agitation des vagues ; cette protection manque, il est vrai, dans la profondeur, mais elle y est devenue inutile. Reste la température ; à ce sujet les opinions des auteurs concordent avec une remarquable harmonie. « Die Temperaturverhältnisse regeln somit in erster Linie die verticale Verteilung der Tiefenfauna und die Aufeinander folge der Arten vom Ufersaum bis zum Seegrund. Alle Anzeichnen sprechen dafür, dass in anderen subalpinen Seen dieselben Verhältnisse vertikaler Tiefverbreitung herrschen. » « Alle diese Fälle deuten darauf hin dass die Gegenwart einer Tiefenfauna nicht an die Lichtlösigkeit und den starken Wasserdruck der abyssalen Seezone gebunden sei. Niedrige und wenig schwankende Temperatur viehmehr, sowie etwa auch die feinschlammige Beschaffenheit des Untergrunds fördern die Entfaltung einer typischen profunden Tierwelt. » Zschokke 1911, pp. 191 et 193). Cette opinion est suivie explicitement ou implicitement par la plupart des auteurs. Cependant, nous avons vu les objections de von Hofsten au sujet de la prétendue sténothermie d'eau froide des Allœocœles et Cytheridées, que nos trouvailles infirment aussi. Mais Ekman partage l'opinion de Zschokke : « Soweit uns die Lebensbedürfnisse der europaïschen sublittoral-profunden Fauna bekannt sind,

wählen ihre Arten, wenigsten der grossen Mehrzahl nach, die fraglichen Wasserschichten ausschliesslich, weil diese einen ihnen zusagende Temperatur besitzen. »

De l'opinion que la recherche d'une température basse est le facteur prédominant du peuplement des abysses lacustres dérive naturellement l'idée que les représentants les plus typiques de ces populations sont des espèces sténothermes d'eau froide. Cette conviction éclate à toute page de l'œuvre de Zschokke. Cependant cette sténothermie est loin d'être prouvée. Beaucoup parmi ces espèces, des Rhizopodes, Allœocœles, Cytheridées, Cladocères, Copépodes, sont répandus sporadiquement dans des étangs ou des marécages et existent aussi dans le littoral des lacs dont elles fréquentent la profondeur. — En outre, cette sténothermie, qui se serait prolongée après le retrait des glaces, cadre fort mal avec les idées évolutionnistes actuelles et rien ne montre que les espèces conservent à travers les âges toujours les mêmes tropismes. Des expériences entreprises par Hachet-Souplet prouvent même qu'il est relativement aisé de changer les habitudes d'un sujet. Or le fait de supporter également deux températures aussi voisines que les extrêmes de l'eau d'un lac est d'une importance moins grande que le changement d'habitat ou de régime alimentaire ; il peut s'accomplir sans que la conformation des organes en subisse les conséquences, car il n'implique qu'un léger changement de l'équilibre physico-chimique des colloïdes protoplasmiques. Tout autre serait le changement d'une espèce limicole qui deviendrait végétarienne ou chasseresse ; les appareils de locomotion, de préhension, de mastication, de digestion devraient profondément se modifier pour satisfaire aux nouveaux besoins de l'animal, changements qui ne peuvent être que fort lents.

En plus, une espèce peut fort bien être sténotherme en un lieu, eurytherme en un autre. Considérons par exemple une forme largement répandue, eurytherme ; vienne le glacier, elle pourra se maintenir à son contact en s'accommodant aux basses températures, puis suivre le retrait du glacier et devenir ainsi sténotherme d'eau froide, tandis que ses colonies situées hors de l'atteinte des glaciers auront conservé leur eurythermie. Il n'en est pas de même du régime ; on ne conçoit pas une espèce limivore en un lieu, chasseresse en un autre à cause des conformations morphologiques spéciales que ces deux régimes exigent impérieusement.

La prétendue sténothermie des espèces profondes est contredite, avons-nous dit, par leur présence en des milieux de

température variable ; or la sténothermie est une qualité exigeante qui n'admet pas d'accommodement. « Noblesse oblige », disons-nous. Elle ne peut se concilier avec les faits relevés plus haut.

Enfin la majeure partie des espèces profondes adaptées sont franchement eurythermes. *D. Pyriformis*, *C. ophtalmica*, les *Candona*, *C. fimbriatus*, etc., sont dans ce cas et ont été très fréquemment trouvés. Si tant d'espèces eurythermes (à 200 m., Zschokke indique 11 « Ufertiere » contre 13 « Tiefentiere ») descendent dans la profondeur, si des espèces sténothermes d'eau froide, telles que *Planaria alpina*, n'y descendent pas ou seulement exceptionnellement, c'est que *la sténothermie d'eau froide ne joue pas, dans le peuplement des profondeurs lacustres, le rôle prépondérant qu'on a bien voulu lui attribuer.*

Il faut donc chercher autre part les facteurs de peuplement des profondeurs ; les conditions physiques évoquées ayant été insuffisantes à apporter une réponse acceptable aux « desiderata » exigés, il faut recourir aux conditions chimiques [1]. Or, c'est dans celles-ci que réside la meilleure caractéristique des grands fonds : un limon très fin, aisément perméable aux animaux fouisseurs, contenant des matières organiques en quantités appréciables et renouvelées constamment par la pluie des cadavres et des poussières tombant de la surface, l'absence de végétaux, une eau toujours richement oxygénée, la pauvreté en bactéries, l'absence de gaz nocifs tels que NH_3 et SH_2, tout cela forme un ensemble d'allure particulière. Il n'est toutefois pas lié à la profondeur et peut se réaliser ailleurs : dans le littoral, à la Motte, dans une source froide, un haut lac alpin. Il peut ne l'être pas, même dans la profondeur où un cône d'alluvions, une bouche d'égoût peuvent créer des conditions chimiques fort différentes.

L'influence des conditions chimiques sur des sociétés animales ou végétales a été déjà mise en relief par de nombreux auteurs. Chodat (1897) attribue aux différentes teneurs en matières organiques des eaux des lacs, leurs variations en flore planktonique. Thienemann remarque dans les «Maare» de l'Eifel une relation entre la composition de la faune et la teneur en oxygène. (Voir au chapitre des Chironomides.) Kollwitz et Marson divisent les espèces en Polysaprobes,

[1] Nous réunissons, sous ce vocable commode, tout ce qui a trait à la composition chimique de l'eau et du limon, aux substances organiques qui y sont dissoutes, à la teneur en oxygène ou en autres gaz, aux aliments que peut trouver un animal donné.

Mésosaprobes et Oligosaprobes suivant leur préférence pour les eaux chargées ou non de substances organiques. Enfin Surbeck et Steinmann ont établi la sensibilité extrême des organismes aux souillures de l'eau.

Or, à quelles catégories biologiques appartiennent surtout nos espèces adaptées, cosmopolites ou lacustres. Ce sont :

1° des espèces franchement limivores ou limicoles, telles que les *Tubifex*, les *Nématodes*, *Canthocamptus schmeili*, les *Candona* et *Cytheridées*, *Iliocryptus lacustris*, *Monospilus dispar*, *Callidina progonidia*, *Rotifer tardigradus*, *Pisidies*, etc., etc., — ou des espèces carnassières qui se nourrissent des premières : les *Turbellaires*, *Dorylaimus*, *Hydracarines* ;

2° des espèces lentes : les *Rhizopodes*, *Tubifex ferox* et *velutinus*, *Plagiostomum lemani*, *Callidina progonidia*, *Canthocamptus schmeili*, *Iliocryptus acutifrons* et *sordidus*, *Iliocypris lacustris*, les *Cytheridées* sont lents et paresseux ; or, ne pouvant renouveler facilement l'eau de respiration, ils sont obligés de choisir un milieu très riche en oxygène, d'éviter les eaux souillées organiquement, conditions remplies dans la profondeur. A cause de ces besoins de respiration, ces espèces éviteront le cône de l'Areuse ;

3° des espèces oligo ou mésosaprobes. D'après les listes de Kollwitz et Marson, une seule espèce parmi celles de notre faune profonde, *T. tubifex*, est polysaprobe, une quinzaine sont mésosaprobes, une quarantaine auxquelles il faudrait joindre encore nos espèces adaptées non citées par ces auteurs, sont oligosaprobes.

Au contraire de Zschokke, Ekman, nous envisageons que les facteurs primordiaux qui permettent aux espèces le séjour dans la profondeur des lacs consistent dans un régime alimentaire limivore ou carnivore, une préférence pour les eaux pures, riches en oxygène, dépourvues de gaz nocifs et de substances organiques en dissolution. Les facteurs purement physiques, tels que la température, ne paraissent jouer qu'un rôle effacé, parfois complémentaire des facteurs chimiques mais rarement prépondérant. D'une part donc les conditions d'alimentation, d'autre part les besoins de la respiration, c'est-à-dire les besoins généraux de tout être vivant, les nécessités premières de son existence, celles qui lui permettent de s'accroître et de se multiplier sont les facteurs essentiels du peuplement des profondeurs. Or, chaque espèce tend à envahir les lieux où sa subsistance sera assurée ;

ainsi les espèces limicoles et oligosaprobes du rivage tendront à pénétrer dans la profondeur et finiront par constituer sa faune caractéristique, mais les espèces végétariennes en seront exclues à moins que, par l'apport régulier de détritus littoraux, elles ne puissent continuer à y végéter.

6. Origine de la faune profonde.

A la lumière des considérations du chapitre précédent, l'origine de la faune profonde s'éclaire d'un jour tout nouveau. Bien loin de former un tout fermé, un microcosme indépendant et isolé comme le voulait Forel et comme ses conditions géographiques semblent l'indiquer, une cuvette lacustre, littoral et profondeur, est, au point de vue biologique, largement ouverte à toutes les pénétrations. Des échanges nombreux ont lieu avec les marais, les étangs d'alentour, avec les rivières affluentes, les eaux souterraines qui y aboutissent ; toutes les espèces satisfaisant aux conditions décrites plus haut pourront y habiter. Reliée au littoral par des intermédiaires physiques insensibles, la profondeur est largement en communication avec celui-ci qui peut, en retour, présenter parfois les mêmes caractères chimiques. Les zones littorale, sublittorale, semi-profonde et profonde, quelque commodes qu'elles soient pour la clarté et la brièveté du langage, perdent toute signification biologique. Les faunes de ces régions se ressentent tellement de ces relations qu'il devient impossible de les distinguer nettement, la littorale envahissant les abîmes, la profonde débordant sur les rives. Ces échanges, réglés seulement par des considérations œcologiques de régime, permettent à tout courant d'émigration de se faire sentir dans les abîmes lacustres. Les espèces cosmopolites eurythermes et les espèces d'origine arctique ou marine, celles du moins qui satisfont à ces conditions essentielles, pénètrent dans les zones inférieures de nos lacs où elles forment l'élément dominant. La question des faunes reléguées devient ainsi indépendante de la faune profonde. Que quelques « *relictae* » se trouvent dans celle-ci est probable et même certain, mais il s'agit là d'une coïncidence fortuite ; ce n'est pas parce que glaciaires ou marines que ces espèces ont pu prospérer dans le fond des lacs, c'est parce que leurs habitudes biologiques, leur régime notamment, leur en permettaient l'accès. L'on pourra, il est vrai, rechercher la provenance de telle ou telle espèce, mais le fait qu'elle habite

la profondeur, puisque indépendant de son origine, ne pourra apporter aucun argument à cette recherche.

Il apparaît ainsi nettement que toutes les espèces bathyales lacustres proviennent du littoral, ainsi que l'ont déjà pensé Forel et Duplessis. C'est par le réseau compliqué de canaux, de rivières, de lacs transitoires qui a suivi l'époque glaciaire que les faunes ont émigré de l'Europe centrale libre de glace, leur refuge, dans nos régions. Répandues d'abord dans le littoral des anciens lacs, elles ont tendu toujours, ce qui est la règle, à élargir leur cercle de dispersion ; mais les unes liées au rivage par leur régime alimentaire n'ont pu le faire que dans le sens horizontal, tandis que les autres, limicoles ou carnassières, ont pu envahir la profondeur sans dommage pour elles. Il a pu se faire ensuite que l'envahissement des rives par les végétaux et les détritus et souillures qui en sont résultés ait chassé du littoral quelques espèces particulièrement sensibles à la chimie du milieu ; elles seront alors plus fréquentes dans le fond de nos lacs que sur leurs bords. Si dans les hauts lacs alpins et les sources froides ces formes prospèrent également, c'est que les basses températures s'opposent aux putréfactions, favorisent la dissolution de l'oxygène, les placent, en un mot, dans leurs conditions préférées.

Si l'envahissement progressif de la profondeur par les faunes littorales est dû à la tendance naturelle de chaque espèce d'étendre progressivement son cercle de dispersion, il peut aussi être dû à une autre cause. On sait en effet, depuis les recherches de Heim, que les sédiments glissent avec lenteur même sur des pentes très faibles. Ils ont donc entraîné avec eux la faune qu'ils hébergeaient ; ce mouvement très lent a permis aux bêtes de s'adapter progressivement aux conditions profondes, et obligé celles qui ne le pouvaient à se déplacer vers le rivage. On peut tirer de ce fait le paradoxe suivant : c'est que les espèces profondes, pour émigrer du littoral dans le fond, ont eu moins à se déplacer que les formes littorales pour conserver leur habitat. Cette remarque vient à l'appui de ce que nous avons déjà dit touchant au fait que les espèces lentes et paresseuses sont plus caractéristiques des profondeurs que les rapides.

Ce qui prouve encore cette origine littorale, comme le remarque déjà Forel, c'est le peu de différenciation des espèces profondes. Seuls les Mollusques, dont on connaît l'extrême plasticité, *Dendrocœlum lacteum* et *Planaria alpina*, dont il existe des formes profondes, ont souffert des conditions spéciales de ce milieu ; les autres sont si semblables à

leurs parents littoraux que la création d'espèces nouvelles a toujours semblé superflue. Un lac n'est, en effet, qu'un phénomène géologiquement transitoire ; le milieu profond n'a pas eu le temps matériel d'agir suffisamment, d'autant plus que l'immigration littorale perpétuelle s'opposait à la création de types nouveaux par l'apport de reproducteurs non différenciés.

Qu'en dehors de cette origine il ait pu se faire, ainsi que le veut Forel, des pénétrations de la faune souterraine des grottes, la chose est probable quoique exceptionnelle. Cette faune n'est, du reste, qu'une adaptation secondaire de la faune d'eau libre (fluviatile ou lacustre) et le processus habituel : littoral — profondeur n'a subi dans ce cas qu'un échelon intermédiaire : littoral (ou eau libre) — eau souterraine — profondeur.

Quant à la question des relégats marins ou glaciaires, elle est foncièrement distincte, avons-nous dit, de la question de la faune profonde. La « *fauna relicta glacialis* », telle que l'entend Zschokke dans un sens très large, comprend tous les restes de la faune mélangée qui existait, pendant le Würm, entre le glacier alpin et la calotte scandinave. D'un accès très périlleux, cette question n'est abordable que du côté paléontologique qui malheureusement ne peut renseigner qu'au sujet des Mollusques et de quelques rares Crustacés. — Telle que la comprend von Hofsten, cette faune n'embrasse que les espèces arctiques qui, par le jeu des glaciers, ont envahi d'abord l'Europe centrale puis ont suivi le retrait des glaces au sud. Plus facile à résoudre peut-être, des considérations zoogéographiques pourront aider à son éclaircissement, car ces formes ont des chances pour être plus répandues au nord qu'au sud. *Latona setifera* et d'autres espèces paraissent être de cette catégorie. Mais, encore une fois, ne compliquons pas le problème uniquement biologique de la faune profonde par ces considérations historiques qui lui sont étrangères.

Tous les courants qui ont abouti au peuplement de nos régions peuvent être représentés dans la faune profonde. On en peut distinguer 5 principaux qui ont reçu, suivant les auteurs, des dénominations diverses :

1°. Espèces habitant notre pays avant l'époque glaciaire, refoulées pendant cette période sur le pourtour de la calotte alpine et ayant recouvré, après le retrait des glaces, leur habitat primitif. Aucun critère sauf le paléontologique et le fait qu'elles ont des chances pour être répandues tout autour

des Alpes ne permet de les reconnaître. (Ex. peut-être *Tubifex velutinus.) Fauna relicta* de SCHMARDA, *Fauna relicta proparte* de ZSCHOKKE. « Alte Süsswasser-bewohner nicht glacialer Herkunft » de VON HOFSTEN ;

2° Espèces venues du nord lors des glaciations, habitant l'hinterland pendant cette époque, retirées au sud aussi bien qu'au nord après le Würm. On les reconnaîtra à leur distribution géographique ; elles auront des chances pour être plus communes au nord qu'au sud et pour être sténothermes d'eau froide [1]. *Fauna intrusa* de SCHMARDA, *Fauna relicta glacialis (proparte)* de ZSCHOKKE, *Fauna relicta glacialis sensu stricto* de VON HOFSTEN. Ex. *Latona setifera.*

3° Espèces marines ayant envahi les eaux douces avant les glaciations. *Fauna intrusa p. p.* de SCHMARDA, « Präglaciale marine Relikte » de VON HOFSTEN. Ex. : les Allœocœles, les Cytheridae (suivant VON HOFSTEN) ;

4° Espèces marines avant et pendant les glaciations, ayant envahi nos eaux douces après le Würm. Elles auront conservé avec leurs parents marins de très étroites relations morphologiques. *Fauna intrusa* p. p. de SCHMARDA, « marin-glaciale Relikte » de ZSCHOKKE. Ex. : *Mysis relicta, Pontoporeia affinis ;*

5° Espèces d'eau douce parvenues chez nous après l'époque glaciaire, *Fauna intrusa s. s.* de plusieurs auteurs.

Mais les critères qui servent à différencier ces 5 catégories sont d'une application fort délicate qui reste toujours sujette à discussion. Seule l'étude zoogéographique de chaque espèce, lorsqu'elle sera parfaitement connue dans les temps anciens comme dans les modernes pourra établir le centre de dispersion des espèces et leur appartenance à l'une ou à l'autre de ces catégories.

7. Les principes faunistiques.

Ce n'est pas en des faits isolés que réside le véritable intérêt scientifique ; leur poursuite et leur constatation ne sont que les moyens d'arriver à la découverte de lois plus ou moins étendues », a dit PELSENEER. Aussi, après avoir exposé les conditions du milieu dans lequel vit la société

[1] On pourrait aussi penser que ces espèces ne doivent pas exister au sud des Alpes. Ce serait sans doute le cas si la ligne de partage des eaux n'était sans cesse remontée vers le Nord depuis l'époque glaciaire.

profonde de notre lac, après avoir indiqué pour chacune d'elles les considérations biologiques ou géographiques qui s'imposaient, après avoir, dans les six premiers chapitres de cette partie générale, cherché les rapports de cette faune avec les populations littorales et dégagé les facteurs qui ont influencé sur sa composition, arrivons-nous maintenant à l'étude de problèmes encore plus généraux. La faune profonde n'est, en effet, qu'un cas particulier de la faune aquatique, mais qui s'en distingue surtout en ce qu'elle subit moins les effets de conditions extérieures variables. Tandis que les animaux peuplant un marécage, un étang, une rivière ou même le littoral d'un lac sont exposés à de brusques variations de température, de lumière, de composition chimique de l'eau, sont astreints à subir tantôt le gel, tantôt des chaleurs considérables, tantôt la dessication, que leurs conditions vitales doivent s'adapter à tout l'imprévu de ces événements pour permettre la survie de l'espèce, la faune profonde jouit à cet égard d'une remarquable sécurité et d'une uniformité jamais troublée. Les variations saisonnières, d'un intérêt si capital ailleurs, ne l'atteignent que par ricochet ; la température est toujours uniforme ; aucune tempête ne vient arracher à ses abris une paisible population et en jeter les représentants sur les rochers inhospitaliers du rivage ; une table toujours mise, sinon très abondante ou variée, écarte la disette des hôtes abyssaux ; en un mot une uniformité absolue dans un repos et une obscurité complets. Plus donc que toute autre, l'étude des sociétés profondes se prête aux spéculations ; ainsi qu'en physique on élimine, dans la recherche d'un agent quelconque toutes les influences perturbatrices, qu'on simplifie le plus possible les données des problèmes, ainsi la nature a écarté, dans les zones inférieures de nos lacs, la plupart des conditions dont l'influence complique si singulièrement l'étude des rapports d'une faune et de son milieu. L'image la plus simple qui soit de ces rapports nous est ainsi offerte ; au naturaliste donc incombe la tâche de rechercher les principes qui président au peuplement de ce milieu, expérimental pour ainsi dire, puis de les étendre à des milieux plus divers.

Et si nos conclusions dernières peuvent paraître en certains points un peu hardies et parfois même s'élever au-dessus des faits strictement observés, qu'on veuille bien nous le pardonner. D'illustres exemples nous ont montré que les semeurs d'idées ont répandu souvent, au milieu de la semence féconde, des grains inutiles et que la moisson qui

pousse étouffe ces derniers ; si donc les principes que nous croyons pouvoir tirer de nos études sont trop hâtifs, ils ne pourront entraver la marche de la science. Mais s'ils se justifient en tout ou partie, ils pourront peut-être susciter, à côté d'une discussion toujours utile, des travaux nouveaux et contribuer ainsi aux progrès généraux et à la connaissance de la vérité.

Ces principes, qui nous semblent régir toute faune, sont au nombre de trois.

1. La tendance à l'unité spécifique.

Cette première étude est basée, avant tout, sur la notion des coefficients génériques, c'est-à-dire du rapport des genres aux espèces dans un groupe donné. Répétons ici les chiffres épars dans la troisième partie de ce travail.

Faunes :	suisse	du lac	prof.	Faunes :	suisse	du lac	prof.
Rhizopodes	0,24	0,37	0,38	*Cladocères*	0,46	0,58	0,64
Infusoires	0,54	0,54	0,62	*Ostracodes*	0,42	0,72	0,69
Turbellaires	0,35	0,53	0,61	*Copépodes*	0,08	0,14	0,12
Rotateurs	0,41	0,65	0,82	*Acariens*	0,25	0,60	0,69
Nématodes	0,32	0,47	0,56	*Gastéropodes*	0,37	0,28	0,33
Oligochètes	0,21	0,36	0,57	*Lamellibran.*	0,21	0,29	0,22

Sauf quelques légères exceptions, on remarque que toujours le *coefficient générique augmente à mesure que le milieu est plus uniforme.* Voyons maintenant si, dans d'autres recherches faunistiques, cette conclusion se justifie.

1. De la « Revision des Nématodes suisses », de Hofmänner et Menzel :

Faune suisse : 25 genres, 76 espèces, cœfficient 0,33.

Léman : faune totale (23 g. 52 esp.) **0,44** — faune profonde (16 g. 31 esp.) **0,51**.

Quatre-Cantons : faune totale (20 g. 40 esp.) **0,50** — faune profonde (12 g. 21 esp.) **0,57**.

Majeur : faune totale et profonde (10 g. 9 esp.) **0,52**.

Lac de Joux : faune totale (13 g. 22 esp.) **0,59**.

2. Faune profonde du lac des Quatre-Cantons (Zschokke, 1911) :

Rhizopodes	0,24 — **0,37**[1]	*Oligochètes*	0,21 — **0,57**
Turbellaires	0,35 — **1**	*Ostracodes*	0,42 — **0,83**
Nématodes	0,33 — **0,50**	*Hydracarines*	0,25 — **0,62**

3. Faune profonde du Léman (d'après Zschokke, 1911, p. 170) :

Rhizopodes	0,24 — **0,37**	*Oligochètes*	0,21 — **0,65**
Infusoires	0,54 — **0,75**	*Ostracodes*	0,42 — **0,83**
Turbellaires	0,35 — **0,66**	*Cladocères*	0,46 — **1**
Nématodes	0,33 — **0,51**	*Hydracarines*	0,25 — **0,63**

4. Faune profonde du lac de Lugano (Fehlmann) :

Rhizopodes	0,24 — **0,36**	*Oligochètes*	0,21 — **0,54**
Infusoires	0,54 — **0,90**	*Hydracarines*	0,25 — **0,73**

5. Faune profonde des lacs de Brienz et de Thoune (von Hofsten) :

Turbellaires	0,35 — **0,80**	*Ostracodes*	0,42 — **0,64**
Oligochètes	0,21 — **0,66**		

6. Faune du fond du lac de Saint-Moritz (Borner) :

Rhizopodes	0,24 — **0,47**	*Cladocères*	0,46 — **0,86**
Nématodes	0,33 — **0,46**	*Hydracarines*	0,25 — **0,75**
Oligochètes	0,21 — **0,50**		

7. Faune du Loclat (Thiébaud) :

Rhizopodes	0,24 — 0,37[2] — **0,46**	*Copépodes*	0,08 — 0,14 — **0,23**
Infusoires	0,54 — 0,54 — **0,69**	*Ostracodes*	0,42 — 0,72 — **0,80**
Turbellaires	**0,62**	*Hydracarin.*	0,25 — 0,60 — **0,65**
Rotateurs	0,41 — 0,65 — **0,58**	*Gastéropodes*	0,37 — 0,28 — **0,46**
Cladocères	0,46 — 0,68 — **0,60**		

8. Faune des marais de Pouillerel (Thiébaud et Favre) :

Rhizopodes	0,24 — 0,37 — **0,42**	*Infusoires*	0,54 — 0,54 — **0,62**
Turbellaires	0,35 — 0,53 — **0,62**	*Rotateurs*	0,23 — 0,65 — **0,53**
Cladocères	0,46 — 0,68 — **0,66**	*Ostracodes*	0,42 — 0,72 — **1**
Copépodes	0,08 — 0,14 — **0,14**		

[1] Premier chiffre : faune suisse ; deuxième chiffre : faune du lieu indiqué.
[2] Deuxième chiffre : faune du canton de Neuchâtel.

9. Faune des lacs alpins du Tessin (Fuhrmann) :

Rhizopodes	0,24 — 0,37	*Turbellaires*	0,35 — 0,55
Rotateurs	0,23 — 0,69	*Cladocères*	0,46 — 0,54

10. Faune des mousses (Heinis) :

Rhizopodes	0,24 — 0,31	*Rotateurs*	0,23 — 0,22

11. Faune des eaux souillées (Steinmann et Surbeck) :

Rhizopodes	0,24 — 0,69	*Oligochètes*	0,21 — 0,41
Infusoires	0,54 — 0,57	*Rotateurs*	0,23 — 0,51
Turbellaires	0,35 — 0,75	*Cladocères*	0,46 — 0,73
Nématod. libres	0,33 — 0,69	*Hydracarines*	0,25 — 0,48

Cette liste, qu'il est inutile de trop prolonger, établit presque sans exception la proposition que nous avons faite.

On dira sans doute que cette statistique est fondée sur des notions non encore définies exactement, celles de genre et d'espèces. Les difficultés de définition sont en effet très considérables et même insurmontables pour quiconque accepte les idées modernes de l'évolution des formes. Mais il n'en reste pas moins vrai qu'en pratique une espèce est très souvent définie avec assez d'exactitude pour être reconnue à première vue, et que les différences qu'elle présente toujours avec le type choisi sont ordinairement assez légères pour être négligées. La parenté qui réunit les diverses espèces d'un même genre est souvent très étroite, et la notion de genre, quoique conventionnelle à plus d'un égard, possède toutefois assez de netteté pour être appliquée le plus souvent sans aucun doute. Du reste, tout naturaliste se livrant à une recherche faunistique est obligé de passer outre à ces difficultés et considère toujours les formes qu'il étudie comme fixes pendant le cours de ses travaux. Enfin, cette augmentation du coefficient générique avec la spécialisation du milieu pourra apporter à ces notions de genre et d'espèce un éclaircissement nouveau, en montrant, une fois de plus, les relations qui existent entre un milieu et une espèce donnés.

On peut encore exprimer ce principe différemment : dans un milieu quelconque tendent à pénétrer tous les genres d'un groupe animal, mais par contre chaque genre tend à n'y être représenté que par une de ses espèces, la plus appropriée aux conditions de ce milieu. D'autres faits viennent, en dehors de l'augmentation du coefficient générique, corroborer

cette loi. Ainsi le genre *Difflugia*, dont on sait le très grand nombre d'espèces, est représenté largement dans la faune profonde. Mais, ainsi que le remarque Penard, ces espèces profondes, reliées par de très nombreux intermédiaires qui en effacent les caractères spécifiques, tendent à se confondre, à se réunir en une seule très polymorphe, très variable, très adaptée aux zones profondes. Les Limnées et Pisidies sont dans le même cas ; là aussi des caractères insensibles passent d'une forme à une autre ; ainsi *Limnaea limosa var. Roszkowskiana* semble résumer tous les caractères de la faune profonde de Limnées. — *L. foreli* se rapproche parfois de *L. abyssicola* (Piaget, 1913). — Roszkowski réunit *L. foreli* et *L. profunda* sous le nom de *L. ovata*. — *L. Yungi*, élevée d'abord au rang d'espèce par Piaget, fut réunie plus tard à *L. foreli*. *Pisidium occupatum*, de Clessin, est considéré par Piaget comme une variété de *P. Foreli*. Ainsi partout chez ces Mollusques, qui sont les formes les plus caractéristiques de la profondeur, on constate ce même effacement des caractères spécifiques, cette même tendance à la confusion des espèces. Il est très suggestif de relever ici cette convergence d'espèces voisines, due à des conditions uniformes.

Une remarque vient encore à l'appui de la loi que nous cherchons à démontrer. Dans chaque milieu — et le fait est très connu de tous les auteurs — domine une espèce qui surpasse considérablement en nombre celles du même genre qui cohabitent avec elle. Ainsi *Difflugia pyriformis* domine parmi toutes les Difflugies, *Tubifex velutinus* et *T. hammoniensis* parmi tous les Oligochètes, *Alona affinis* surpasse toutes les autres *Alona*, *Canthocamptus schmeili* existe partout en plus grande abondance que ses congénères, sauf au cône de l'Areuse où *C. staphylinus* règne en maître. *Pisidium foreli* et *Limnaea foreli* agissent de même. Il y a donc tendance, non seulement à la conservation d'une seule espèce par genre en un milieu, mais encore, au cas où la tendance n'est pas réalisée, à la dominance d'une espèce aux dépens des autres.

Enfin, lorsque le milieu éprouve des variations saisonnières intéressant la température ou la composition chimique de l'eau, il tend à dominer, pour chacun de ces états particuliers, une espèce particulière. Ainsi Thiébaud trouve au lac de Saint-Blaise que :

1° chez les *Cyclops* dominent : en mars, *C. fuscus* ; en avril, *C. leuckarti* ; en mai, *C. macrurus* et *C. fimbriatus* ; en septembre, *C. macrurus* ;

2° chez les *Canthocamptus* dominent : d'octobre en avril, *C. staphylinus* ; d'avril en octobre, les autres espèces ;

3° chez les *Cladocères* dominent : en mars, *Chydorus sphaericus* ; en avril, *Acroperus neglectus* ; en mai, *Alona rectangula*, *A. gustata*, *Acroperus neglectus*; fin mai et en juin, *Sida crystallina* ; en septembre, *Sida crystallina*, *Pleuroxus exiguus*, *P. truncatus*, *Simocephalus vetulus* ; en octobre et novembre, *Chydorus piger* et d'autres ;

4° chez les Rotateurs, *Euchlanis macrura* domine en mai, en octobre et novembre.

L'augmentation du coefficient générique s'accuse donc aussi dans le temps. Ainsi les Cladocères du Loclat, au nombre de 26 espèces et 12 genres, coefficient 0,46, donnent les résultats suivants [1] :

	espèces	genres	coefficients		espèces	genres	coefficients
Janvier	9	5	— 0,55	Juillet	26	12	— 0,46
Février	4	4	— 1	Août	23	12	— 0,52
Mars	5	5	— 1	Septembre	16	10	— 0,55
Avril	11	7	— 0,64	Octobre	22	11	— 0,50
Mai	18	9	— 0,50	Novembre	22	11	— 0,50
Juin	24	10	— 0,41	Décembre	16	8	— 0,50

Partout donc, sauf en juin, le coefficient générique mensuel est supérieur à l'annuel, prouvant ainsi une fois de plus la tendance à la réduction du nombre d'espèces d'un genre à mesure que le milieu se restreint dans l'espace et le temps.

Toutes ces observations, basées sur des exemples précis, aboutissent donc à l'énoncé d'un principe général :

I. Principe de tendance [2] à l'unité spécifique. Dans un milieu uniforme, restreint dans le temps et l'espace, ne tend à subsister qu'une espèce par genre.

Corollaires : 1° Si la tendance à l'unité spécifique n'est pas réalisée complètement, elle se marque toutefois par la fréquence et l'abondance d'une espèce aux dépens de ses congénères ;

[1] Il est à regretter que le tableau de Thiébaud, p. 42 ne contienne pas toutes les espèces mentionnées à la page 31.

[2] Nous soulignons ici le mot *tendance* : celle-ci peut être plus ou moins prononcée suivant les cas et ressort plus nettement des groupes nombreux.

2° *Les variations saisonnières d'une faune s'établissent de façon à ce que les espèces d'un même genre se succèdent dans le temps et caractérisent chacune une saison différente.*

Nous avons déjà signalé plusieurs applications de ce principe ; mentionnons encore ici la notion des espèces caractéristiques en paléontologie, — le fait bien connu qu'un parasite est lié à un seul hôte et ne peut vivre dans une espèce voisine, etc.

Un chemin statistique nous a mené à la découverte de cette importante loi ; cependant, on peut la faire dériver directement des théories évolutionnistes. Si l'on admet avec Lamark que le milieu est la cause fondamentale des variations, on comprendra comment un milieu uniforme, agissant toujours dans le même sens sur les espèces d'un genre, aboutisse à l'élimination ou à la transformation des espèces qui ne lui sont pas parfaitement adaptées. Dans les deux processus, élimination ou transformation, on tend au même résultat, c'est-à-dire à l'unité spécifique.

La sélection naturelle agit beaucoup plus efficacement sur des formes aussi voisines que les espèces d'un même genre que sur des formes plus éloignées. La concurrence est donc plus grande ; l'espèce la mieux adaptée, la plus résistante tendra à éliminer ses congénères. Dans deux espèces voisines A et B, la plus résistante A pourra, ou éliminer B, ou la chasser dans un autre milieu où B à son tour dominera A, ou encore il pourra advenir que les deux espèces se succéderont mélodiquement dans le temps, l'une d'elles devenant par exemple espèce d'hiver, l'autre espèce d'été. Dans tous les cas, pour un milieu bien délimité, on obtiendra l'unité spécifique et notre principe entrera en jeu.

2. La pénétration des faunes.

Résultant nettement d'un grand nombre de faits observés, ce principe n'a, à notre connaissance, jamais été énoncé explicitement. Il peut l'être ainsi : **Lorsque deux faunes diverses, que ne séparent pas des obstacles infranchissables, habitent deux districts voisins, elles tendent à se pénétrer mutuellement.**

Notre faune profonde offre de nombreux exemples de cette pénétration. A côté de quelques formes rares qui ont délaissé en partie les rivages des lacs et qui sont si étroite-

ment adaptées à la profondeur qu'on a cru devoir les considérer comme spéciales à ce milieu, vit toute une société cosmopolite, venue du rivage en des temps peut-être moins éloignés. Ces deux faunes se sont maintenant si bien confondues qu'une critique serrée, basée sur la comparaison des faunes de différents bassins, est parfois insuffisante à établir l'origine de certaines de ces formes. Le lac de Neuchâtel, un des plus anciens parmi les lacs suisses, a subi longtemps ces processus de pénétration ; ils ont enrichi sa faune profonde d'un grand nombre d'espèces littorales. Zschokke indique (p. 167) 55 espèces purement profondes. Dans le lac des Quatre-Cantons, une trentaine de ces formes, soit le 21 % de la faune profonde, y sont représentées ; dans le Léman, cette proportion est à peu près la même (20 %) ; mais dans notre lac, elle descend à 8 %.

Des pénétrations peuvent aussi s'effectuer d'un marais dans la profondeur. Piaget croit que les Mollusques profonds proviennent d'espèces de marécages et explique leur émigration par des variations brusques de niveau, quoique la tendance naturelle des espèces à élargir leur cercle de dissémination suffise à l'expliquer. Steiner admet pour les Nématodes aquatiques une origine terrestre. Un autre exemple de ces pénétrations, bien typique, est fourni par la faune du cône de l'Areuse dont nous avons suffisamment parlé plus haut.

Grâce à ce principe, des espèces marines ont pu s'adapter aux eaux douces. Pelseneer a montré que les grands centres d'émigration marine sont la mer Noire et le golfe de Bengale où les eaux sont peu salées. A la fin des temps glaciaires, alors que des torrents d'eau douce provenant des glaciers en fusion ont dû adoucir l'eau des embouchures, des pénétrations ont pu se faire : Zschokke place à cette époque l'émigration des Allœocœles et Cythéridées marins.

Mais il peut arriver que ce deuxième principe entre en compétition avec le premier. Tandis que celui-ci ne tend à maintenir dans un milieu donné qu'une seule espèce par genre, les pénétrations réciproques de 2 faunes tendent, au contraire, à multiplier ce nombre. Toutefois, cet effet ne se produit pas seulement dans un genre, mais atteint les sociétés complètes, genres et espèces. Alors intervient un troisième principe dérivant logiquement des deux premiers. C'est :

3. La substitution des faunes

qui s'énonce ainsi : Toutes les fois que deux espèces voisines sont en présence, l'une d'elles, ordinairement la plus cosmopolite et la plus eurytherme, tend à éliminer la seconde.

Des exemples nombreux peuvent être cités ici. Dans notre lac, *Difflugia pyriformis typica* et *D. constricta*, deux formes essentiellement cosmopolites, l'emportent beaucoup en nombre sur les espèces lacustres et profondes : *D. pyriformis lacustris*, *D. lebes*, *D. curvicaulis*, *D. scalpellum*. — Le cosmopolite *Dendrocœlum lacteum* est plus abondant que le caractéristique *Otomesostoma auditivum* ; les *Candona* sont plus nombreuses que les Cythéridées et parmi celles-ci *C. lacustris*, forme moins caractéristique, domine sur *Limnicythere* et *Leucocythere*, etc., etc.

Enfin, il est très probable que ces trois principes s'appliquent non seulement aux faunes, mais aussi aux flores. Un exemple typique de la deuxième et de la troisième de ces lois nous est offert par les pâturages des montagnes qui, avant l'introduction du bétail, possédaient des flores très caractéristiques. Depuis lors, ils ont été envahis par les *Taraxacum*, *Senecio*, *Cirsium*, *Chenopodium*, *Urtica*, *Stellaria*, etc., etc., plantes cosmopolites qui ont chassé l'ancienne flore caractéristique [1].

[1] Ces pages étaient écrites depuis longtemps lorsque nous avons eu connaissance des travaux de Jaccard sur la distribution florale dans la zone alpine, (Soc. vaud. Sc. nat., 1902). Il énonce toute une série de lois dont l'une se rapporte aux variations du coefficient générique qui augmente avec l'altitude. C'est en somme la même conclusion que la nôtre, à laquelle son auteur a toutefois donné une forme inverse: Plus les territoires sont variés, plus le coefficient générique baisse. Cette rédaction ne permet pas de tirer de l'idée juste qu'elle renferme, toutes ses conséquences. Nous avons énoncé le même principe d'une façon plus générale, en cherchant à en donner la cause, c'est-à-dire l'uniformité des conditions et la petitesse du milieu considéré.

BIBLIOGRAPHIE

S. N. S. N. = *Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.*
S. V. S. N. = *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles.*
Int. Rev. = *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie,* Leipzig.
Archiv = *Archiv für Hydrobiologie und Planklonkunde,* Stuttgart.
Annales = *Annales de biologie lacustre,* Bruxelles.
Zool. Anz. = *Zoologischer Anzeiger,* Leipzig.
Rev. s. de zool. = *Revue suisse de zoologie,* Genève.

A. Bibliographie du lac de Neuchâtel.

Agassiz, L. Les Cyprins du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* I, p. 33.

Ancien clubiste, (Un). Hypothèse. *Rameau de sapin,* 1883, p. 17.

Billeter, O. Rapport sur la question des eaux de N. au point de vue chimique. *S. N. S. N.* XI, p. 310.

Borel, F. Sur la topographie du fond du lac et sur la pression de l'eau. *S. N. S. N.* VII, p. 155.

Borel, F. Lettre sur un mouvement particulier des eaux du lac pendant la période de gel. *S. N. S. N.* XII, p. 120.

Chodat. Etudes de biologie lacustre. *Bull. de l'Herbier Boissier,* 1897, p. 289.

Choisy. Rapport... sur des observations hydrographiques. *Actes S. H. S. N.,* 1833.

Conne F. La valeur de l'eau du lac de N. pour l'alimentation. *S. N. S. N.* XXXII, pp. 215 et 350.

Coulon. Renseignements sur le salut *(Silurus glanis). S. N. S. N.* V, p. 48.

Coulon. Evaporation du lac. *S. N. S. N.* V, p. 172.

Coulon et Ladame. Tourbe au bord du lac, en ville. *S. N. S. N.* V, p. 37.

Correction des eaux du Jura. Compte rendu de la commission intercantonale, 1874, Neuchâtel.

Criblet et Vautier. Trombes de Grandson. *S. V. S. N.,* vol. 28, 1892.

Delaharpe. Ancien niveau du lac de N. *S. V. S. N.* VI, p. 98.

Desor, E. Physionomie des lacs suisses. *Revue suisse,* 1860.

Desor, E. Présomption d'un ancien niveau plus bas des lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat *S. N. S. N.* VIII, p. 147.

Desor, E. Cailloux incrustés. *S. N. S. N.* XI, p. 275.

Dupasquier, L. Carte du lac et éléments de grandeur. *S. N. S. N.* XXIII, p. 252.

Dupasquier, L. Le niveau des lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat de 1891 à 1895. *S. N. S. N.* XXIII, p. 243 et XXIV, p. 197.

Dupasquier L. et Sarasin. Seiches du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXI, pp. 41, 206; XXII, pp. 306, 307, 316, 318, 330; XXIII, pp. 3 et 252.

Eaux du lac de Neuchâtel. Rapport de la commission, p. 65.

Epper, J. Hauteur de l'eau des lacs subjurassiens. *S. V. S. N.* XXXII, 1896.

Favre, A. Sur l'origine des lacs alpins. *Archives Sc. ph. et nat.*, 1865, vol. XXII, p. 273.

Favre, A. Lac postglaciaire de Soleure. *Archives Sc. ph. et nat.*, 1883, vol. X, pp. 411, 531, 601.

Favre, L. Pêches extraordinaires de brêmes dans le lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXIX, p. 452.

Forel, F.-A. Tremblement de terre de Grandson, 22 février 1898. Raz-de-marée. *S. V. S. N.* XXXIV, p. V, p. XXX.

Forel, F.-A. Le Léman. 3 vol., 1892-1904, Lausanne.

Fuhrmann, O. Die Entstehung des Neuenburger, Murten, Bieler-Sees. *Schw. Fischerzeitung.* Pfäffikon, 1894.

Fuhrmann, O. Beiträge zur Biologie des Neuenburger-Sees. *Biol. Centralblatt* XX, p. 88.

Fuhrmann, O. Sur les maladies des bondelles. *S. N. S. N.* XXX, p. 476.

Fuhrmann, O. Le plancton du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXVIII, p. 86 et XXXIV, p. 305.

Fuhrmann, O. *Triaenophorus robustus* dans les lacs de Neuchâtel et Bienne. *S. N. S. N.* XXXVI, p. 86.

Fuhrmann, O. Un poisson hermaphrodite du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXVI, p. 82.

Fuhrmann, O. Une maladie parasitaire des palées et des bondelles. *Bulletin s. de pêche et pisciculture*, 1903, p. 1.

Fuhrmann, O. Uber eine Krankheit des Weiblichen Geschlechtsorgane des Hechtes. *Allg. Fisch. Zeit.*, 1904.

FUHRMANN, O. Ein neuer Vertreter eines marinen Turbellarien genus im Süsswasser. *Zool. Anz.*, 1904, XXVII, p. 381.

FUHRMANN, O. Le plancton du lac ne Neuchâtel. *Bull. s. de p. et pisc.*, 1902, p. 1.

FUHRMANN, O. Sur l'origine des lacs de Neuchâtel, Morat, Bienne, avec des observations sur les pêches relatives au premier. *Bull. s. p. et pisc.*, 1904.

GODET, P. Sur les Anodontes du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* VI, p. 71 et IX, p. 145.

GODET, P. Sur les sondages pratiqués par Ph. de Rougemont. *S. N. S. N.* X, p. 126.

GODET, P. Les Protozoaires neuchâtelois. *S. N. S. N.* XXVIII, pp. 61 et 252.

GODET, P. Les Mollusques du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIV, p. 97.

GODET, P. Supplément au catalogue des Mollusques du Jura neuchâtelois. *S. N. S. N.* XXXV, p. 106.

GODET, P. Contribution à l'histoire des Naïades suisses. *S. N. S. N.* XXXVIII, p. 33.

GUILLAUME, L. Trous situés au pied de la falaise des Saars. *S. N. S. N.* XI, p. 13.

GUILLAUME, L. Sur les bandes lisses ou fontaines du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XII, p. 87.

GUILLAUME, L. Congélation et dégel du lac de Neuchâtel en 1880. *S. N. S. N.* XII, p. 73.

GUILLAUME, GRESSLY, GODET, GARNIER. Eponges du lac. *S. N. S. N.* VI, pp. 286, 304, 305, **405**.

GUYOT, A. Présentation de la carte du lac. *S. N. S. N.* I, p. 113.

GUYOT, A. Sur la carte du fond des lacs de Neuchâtel et Morat. *Mémoires S. N. S. N.* III, 1845.

HEIM, A. Origine des grands lacs alpins. *Archives des sc. ph. et nat.*, 1892, XXVIII, p. 449.

HIRSCH, A. Hauteur du môle, *S. N. S. N.* V, pp. 31, 171, 168, 198, 211 et VII, pp. 229, 230, 233, 302, **526**.

HIRSCH, A. Phénomènes lumineux observés sur le lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* VI, p. 288.

HIRSCH, A. Sur la nature des seiches. *S. N. S. N.* XI, p. 457.

HIRSCH, A. et FAVRE L. Mirage observé sur le lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XVI, p. 281.

JACCARD, A. Carte hydrographique du canton de Neuchâtel. *Archives sc. ph. et nat.* VIII, p. 411.

JACCARD, A. Hydrologie du Jura neuchâtelois. *Archives sc. ph. et nat.* X, p. 524.

KNAB. Voir Limnimètre.

KOPP, Ch. Températures des eaux du lac. *S. N. S. N.* III, pp. 47, 117, 203.

KOPP, Ch. Couleurs du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* III, pp. 208, 212.

KOPP, Ch. Evaporation du lac. *S. N. S. N.* V, p. 5.

KOPP, Ch. Variations du niveau des lacs. *S. N. S. N.* IV, p. 160; VI, p. 561; VII, pp. 110, 120, 273, 456, 513; VIII, pp. 153, 272, 482; IX, pp. 43, 193, 219, 409, 494; X, pp. 96, 110. (Voir aussi Limnimètre.)

KOPP, Ch. Le lac de Neuchâtel. *Revue suisse* XX, 1859, p. 373.

LADAME, H. Températures du lac. *S. N. S. N.* IV, pp. 250, 283, 429; V, pp. 141, 310, 528, 752; VI, p. 247; X, p. 29. (Voir aussi WEBER.)

LADAME, H. Expériences faites pendant 8 ans sur la température du lac de Neuchâtel. *Actes S. H. S. N.*, 1855, p. 38.

LADAME, H. Sur la correction des eaux du Jura et le dessèchement des marais du Seeland. *S. N. S. N.* IV, p. 301.

LADAME, H. Nos ports et nos quais. *S. N. S. N.* XXIII, p. 46.

Limnimètre. (KOPP, HIRSCH, RITTER, KNAB, WEBER, HIPP.) *S. N. S. N.* VIII-IX, pp. 13, 193, 210, 214; X, pp. 5, 24, 29; XI, pp. 59, 211, 213, 403; XII, pp. 164, 419, 696, 198, 272, 334; XXVIII, p. 222.

MAGNIN, A. Les lacs du Jura. Lyon, 1895.

DE MEURON, P. Réflexions sur... les poissons des lacs de Neuchâtel, Morat et Bienne. *S. N. S. N.* XX, p. 157.

MONARD, A. Le pollen des conifères. *Rameau de sapin*, 1918.

MONARD, A. Sur la faune profonde du lac de Neuchâtel. *Revue suisse de zoologie*, 1918.

DE MONTMOLLIN. Variations du lac de Neuchâtel pendant les années 1817-1834. *Bibl. univ.* VII, 1837; *Mémoires S. N. S. N.* I, p. 71; *Id.* 1835-1858. *Mémoires S. N. S. N.* IV.

D'OSTERWALD. Hauteur du môle de Neuchâtel. *S. N. S. N.* V, p. 248.

PENARD, E. Recherches sur les Sarcodinés de quelques lacs de la Suisse française et de la Savoie. *Rev. s. de zool.*, 1908, p. 441.

PENCK et BRÜCKNER. Die Alpen im Eiszeitalter. Vol. I, 1909, p. 570.

PERROT, L. Poissons des lacs de Neuchâtel, Morat, Bienne. Manuscrit, bibl. de Neuchâtel.

DE PERROT, S. Données hydrologiques. *S. N. S. N.* XXV, p. 231; XXVI, pp. 251, 426; XXVII, pp. 261, 291; XXVIII, p. 222; XXIX, pp. 242, 446; XXX, p. 477; XXXIII, p. 213; XXXIV, p. 117; XXXV, p. 76; XXXVII, p. 436; XL, pp. 120, 240; XLI, p. 175.

DE PERROT, S. Influence de la correction des eaux du Jura sur le niveau du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXX, p. 495.

DE PERROT, S. Erosion des grèves du lac en 20 ans. *S. N. S. N.* XXXIII, p. 246.

PIGUET, E. Oligochètes de la Suisse française. *Rev. s. de zool.*, 1906, p. 389.

PIGUET, E. La vie au fond de nos lacs. *S. N. S. N.* XXXVIII, p. 88.

PIAGET, J. Supplément au catalogue des Mollusques du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIX, p. 74.

PIAGET, J. Les Limnées des lacs de Neuchâtel, Bienne, Morat. *Journal de conchyologie*, vol. LIX, 1912.

PIAGET, J. Premières recherches sur les Mollusques profonds du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XL, p. 148.

RENON. Sur les hauteurs du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* VIII. p. 345.

RISLER et WALTHER. Analyse chimique du limon de quelques lacs suisses. *S. V. S. N.* XIV.

DE ROUGEMONT. Seiche dans le port de Neuchâtel *S. N. S. N.* XI, p. 436.

RITTER, G. De l'action des vagues sur les sables, etc. *S. N. S. N.* XII, p. 114.

RITTER, G. Sur la nature des taches du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XII, p. 158.

RITTER, G. Projet d'alimentation de Paris au moyen d'une dérivation des eaux du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XVI, p. 155; XVII, p. 218.

RITTER, G. Notice sur la formation des lacs du Jura, etc. *S. N. S. N.* XVII, pp. 87 et 235.

RITTER, G. Pureté des eaux profondes des lacs suisses. *S. N. S. N.* XVII, p. 241.

RITTER, G. Débit moyen de l'Areuse. *S. N. S. N.* XIX, p. 146.

Ritter, G. Sur l'hydrologie neuchâteloise. *S. N. S. N.* XXVIII, p. 158.

Ritter, G. Sur la disparition des falaises. *S. N. S. N.* XXX, p. 362.

Sarrasin. Seiches du lac de Neuchâtel. *Archives sc. ph. et nat.* XXVIII, p. 356.

Schardt, H. Notes préliminaires sur l'origine des lacs du pied du Jura suisse. *Arch. sc. ph. et nat.* V, p. 68, 1898.

Schardt, H. Les vallées primitives du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIII, p. 186.

Schardt, H. et Ritter, G. Origine des lacs du pied du Jura. XXVI, 1898.

Schneebeli. Variations du niveau des lacs de Neuchâtel, Bienne, Morat. *S. N. S. N.* X, p. 376; XI, pp. 165, 341, 608.

Steiner. Die von A. Monard gesammelten Nematoden der Tiefenfauna des Neuenburgersees. *S. N. S. N.* XLIII, p. 142.

Stingelin, Bemerkungen über die Fauna des Neuenburgersees. *Rev. s. de. zool.*, t. 9, 1901.

Studer. Origine des lacs suisses. *Arch. sc. ph. et nat.*, 1864, XIX, p. 89.

Thiébaud, M. Les Entomostracés du canton de Neuchâtel. *Annales* III, p. 184.

Thiébaud, M. Les Rotateurs du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIII, p. 3, 1911.

de Tribolet. Sur l'origine des fausses marmites de géants des bords du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XI, p. 529.

Trombe sur le lac de Neuchâtel. *Bibl. univ. sc. et arts*, 1830, XLIV, p. 218.

Trombe de brouillard du lac de Neuchâtel. *S. V. S. N.* II, 1849, p. 1.

Vouga. Faune ornithologique du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* II, p. 409.

Weber Rob. Températures des eaux du lac. *S. N. S. N.* XII, pp. 38 et 66.

Zschokke. Die Thierwelt der Juraseen. *Rev. s. de. z.*, 1894, II, p. 349.

B. Ouvrages de détermination.

André, E. Infusoires. Cat. des Invert. de la Suisse, fasc. 6, 1912.

Blochmann. Die mikroskopische Thierwelt des Süsswassers. Protozoa. 1895.

Bohmig. Turbellaria (Tricladida). *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.

Brauer. Hydrozoa. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.

Brauer. Tardigrada. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Helt 12, 1909.

Bryce. On five species of Bdelloïd Rotifera. *Journal of the Quekett micros. Club*, vol. XII, 1913, p. 83.

Bryce. On a new classification of the Bdelloïd Rotifera. *Quekett micros. Journal*, 1910, p. 61.

Bryce. On three new species of Callidina. *Quekett micros. Journal*, 1912, p. 365.

Bütschli. 1887-89. Protozoa. Thier Reich.

Claparède et Lachmann. Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève, 1860.

Collin. Gastrotricha. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 14, 1912.

Collin. Diefenbach. Sachse. Voigt. Rotatoria. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 14, 1912.

Fromentel. Etudes sur les Microzoaires. Paris, 1874.

v. Graff, L. Turbellaria aus dem Thierreich. 23 Lief. et 35 Lief., 1905-1908.

v. Graff, L. Turbellaria (Rhabdocoelida). *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.

Hartmeyer. Nemertini. *Süsswasserfauna Deutschlands*. Heft 19, 1909.

Hartmeyer. Bryozoa. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.

Hellich Bohuslaw. Die Cladoceren Böhmens. Prague, 1877.

Heymons. Nemoptera. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 7, 1909.

Hofmänner et Menzel. Neue arten freilebender Nematoden aus der Schweiz. *Zool. Anz.* XLIV, p. 80, 1914.

Hudson and Gosse. The Rotifera or Wheel-animalcules. London, 1889.

Jägerskiöld. Freilebende Süsswassernematoden. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 15, 1909.

Johannson. Hirudinea. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 13, 1909.

Kaufmann. Cypriden und Danvinuliden der Schweiz. *Rev. s. de zool.*, 1900, t. 8.

Kaufmann. Die schweizerischen Cytherideen. *Rev. s. de zool.*, 1896, t. 4.

Keilhack. Phyllopoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, 1909.

Kessler. Uber eine Abart von *C. staphylinus*. *Archiv*. Bd. VIII, 1912, p. 179.

Klapalek. Ephemerida. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 8, 1909.

KLAPALEK. Plecoptera. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 8, 1909.

KOENIKE. Acarina. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 12, 1909.

LEMMERMANN. Flagellatae I. *Süsswasserflora Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz*, Heft 1, 1914.

LILLJEBORG. Cladocera Sueciae. *Nova acta regiae Societatis scientiarum Upsaliensis*, vol. XIX, 1901, Upsala.

LÜHE. Cestoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 18, 1910.

MENZEL. Mononchus Zschokkei, etc. *Zool. Anz.*, XLII, 1913, p. 408.

MÜLLER, G.-W. Deutschlands Süsswasser-Ostracoden. *Zoologica*, Heft 30, 1900.

MÜLLER, G.-W. Ostracoda. *Tierreich*, 31 Lief., 1912.

MICHAELSEN. Oligochaeta. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 13, 1909.

PIERSIG et LOHMANN. Hydrachnidae und Halacaridae. *Tierreich*, 13 Lief., 1901.

PENARD. 1908. Sarcodinés. Cat. des Invertébrés de la Suisse.

PIGUET. 1913. Oligochètes. Cat. des Invertébrés de la Suisse.

ROUSSEAU. Les Hirudinées d'eau douce d'Europe. *Annales de biol. lacustre*, t. V, 1911-12, p. 259.

ROUX. Faune infusorienne des eaux stagnantes des environs de Genève. 1901.

SAND. 1901. Etude monographique sur le groupe des Infusoires tentaculifères. Bruxelles.

SCHILLING. Dinoflagellatae. *Süsswasserflora Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz*, Heft 3, 1913.

SCHMEIL. *Deutschlands freilebende SüsswasserCopépoden*. I. Cyclopiden, Heft 11, 1892; II. Harpacticiden, Heft 15, 1893; III. Centropagidae, Heft 21, 1896; Nachtrag, Heft 21 N, 1898. *Zoologica*.

STEIN. 1854. Die Infusionsthiere. Leipzig.

STINGELIN. Phyllopodes. Cat. des Invertébrés de la Suisse. Genève, 1908.

THIÉBAUD. Copépodes. Cat. des Invertébrés de la Suisse. 1915.

THIENEMANN. Uber die Bestimmung der Chironomiden larven und puppen. *Zool. Anz.*, 1908, XXXIII. p. 753.

ULMER. Trichoptera. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 5, 6, 1909.

VAN DOUWE. Eucopepoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 11, 1909.

VAVRA, V. Monographie der Ostracoden Böhmens. *Archiv der naturwiss. Landesdurschforschung* von Böhmen, VIII, 3, 1891.

VAVRA, V. Ostracoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, 1909.

WEBER. Faune rotatorienne du bassin du Léman. Genève, 1898.

WEBER et MONTET. Rotateurs. Cat. des Inv. de la Suisse, fasc. 11, 1918.

C. Faunistique. Généralités.

Nota. — ZSCHOKKE a publié dans « Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas» une liste bibliographique complète relative à la faune profonde. Nous estimons inutile de mentionner les ouvrages cités déjà par cet auteur; la liste ci-dessous ne contient que les travaux parus depuis 1911 ou non cités par ZSCHOKKE.

ANDRÉ, E. 1914. Recherches sur la faune pélagique du Léman, etc. *Rev. s. de zool.*, vol. 22, p. 179.

ANDRÉ, E. 1915. Contribution à l'étude de la faune infusorienne du lac Majeur. *Rev. s. de zool.*, vol. 23, p, 102.

ALMEROTH, H. Uber einige weitere für die Litoralregion des Genfersees neue Cladoceren. *Zool. Anz.*, Bd. XLIX, p. 245.

BORNER. Die Bodenfauna des St-Moritzersees. Stuttgart, 1917.

BREHM, V. Uber die Harpacticiden Mitteleuropas. *Archiv*, Bd. VIII, 1912-13, pp. 313 et 375.

BROCHER. L'aquarium de chambre. Lausanne, 1913.

COLLET. Le mode de formation et le régime des lacs suisses. Le globe. *Mémoires*, t. LV, p. 27.

v. DADAY. Zur Kenntnis der in Süsswassern lebenden Mermithiden. *Math. et Naturwiss. Berichte aus Ungarn*, 72 Bd., 1909, p. 214.

v. DADAY. Freilebende Süsswasser Nemathelminthen aus des Schweiz. *Rev. s. de zool.*, vol. 19, 1911, p. 503.

DUPLESSIS. Sur les infusoires hétérotriches littoraux et profonds du Léman. *S. V. S. N.* XVI, p. 160.

DUPLESSIS. Turbellaires du Léman. *S. V. S. N.* XXX, pp. 5 et 39.

DUPLESSIS. Notice sur les Monotides d'eau douce. *Zool. Anz.*, 1885, p. 291.

DUPLESSIS. Essai sur la faune profonde des lacs de la Suisse. *Mémoires Soc. helv. sc. nat.*, 1884.

EKMAN, S. Die Bodenfauna des Vättern. *Int. Rev.*, 1915, p. 146.

EKMAN. S. Systematische und tiergeogr. Bemerkungen über eine glazialmarine Relikte. *Zool. Anz.*, XLVII, p. 260.

EKMAN, S. Allgemeine Bemerkungen über die Tiefenfauna der Binnenseen. *Int. Rev.*, VIII, p. 113, 1917.

FEHLMANN. Die Tiefenfauna des Luganersees. Leipzig, 1911.

FELBER. Die Trichopteren von Basel und Umgebung. *Archiv für Naturgeschichte*, 74 Jahrgang, 1908.

FOREL. Seenkunde. Stuttgart, 1901.

FOREL. La faune profonde des lacs suisses. *Mémoires Soc. helv. sc. nat.*, 1884.

FUHRMANN. Recherches sur la faune des lacs alpins du Tessin. *Rev. s. de. zool.* IV, p. 489.

GRAETER. Die Copepoden der Umgebung von Basel. *Rev. s. de zool.*, t. 11, 1903, p, 419.

HACHET-SOUPLET. La genèse des instincts. *Bibl. de Phil. sc.*, Paris, 1912.

HEINRICHS. Hirudineen der Umgebung von Bern. Hanovre, 1905.

HENTSCHEL. Das Leben des Süsswassers. Munich, 1909.

HERR, O. Die Phyllopodenfauna der pr. Oberlausitz. Görlitz, 1917.

HOFMÄNNER. Contribution à l'étude des Nématodes libres du Léman. Genève, 1913.

HOFMÄNNER et MENZEL. Die freilebenden Nematoden der Schweiz. *Rev. s. de zool.*, t. 23, 1915. p. 109.

v. HOFSTEN. Neue Beobachtungen über die Rhabd. und Alloc. der Schweiz, *Zoologiska Bidrag fram Uppsala*, 1911.

v. HOFSTEN. Zur Kenntnis der Tiefenfauna des Brienzer und des Thuner Sees. *Archiv* VII, p. 2, 1911.

v. HOFSTEN. Revision der schw. Rhabdocölen und Allocölen. *Rev. s. de zool.*, vol. 20, 1912, p. 543.

KEILHACK. Bemerkungen über die Verbreitung einiger Chydorinen. *Int. Rev.*, vol. III, 1910-1911, p. 543.

KOLLWITZ et MARSON. Oekologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev.*, 1909, II, p. 126.

MENZEL. Uber die mikroskopische Landfauna der schweizerischen Hochalpen. Berlin, 1914.

MICOLETZKY. Die freilebenden Süsswassernematoden des Ostalpen. *Sitz. ber. der kön. Akad. Wiss.*, Wien, 1913.

MONARD, A. La profondeur des lacs et leur origine glaciaire. *S. N. S. N.* 1918, t. XLIII.

PELSENEER. L'origine des animaux d'eau douce. Bruxelles, 1906.

PIAGET, J. Les récents dragages malacologiques dans le Léman. *Journal de Conchyologie*, LX, 1912.

PIAGET, J. Nouveaux dragages malacologiques dans la faune profonde du Léman. *Zool. Anz.*, vol. XLII, 1913, p. 216.

Piaget, J. Les mollusques sublitt. du Léman. *Zool. Anz.*, 1913, vol. XLII, p. 615.

de Ribeaucourt. Faune lombricide de la Suisse. *Rev. s. de zool.* IV, 1896.

Roszkowsky. 1912. Notes sur les Limnées profondes du lac Léman. *Zool. Anz.* XL, p. 375.

Roszkowsky. 1914. Contribution à l'étude des Limnées du lac Léman. Lausanne.

Schmassmann. Beitrag zur Kenntnis des Mermithidae. *Zool. Anz.* XLIV, p. 396.

Steiner, G. Biologische studien der Seen der Faulhornkette. *Int. Rev.*, 1911.

Steiner. Ein Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt des Züricher-sees. *Archiv*, Bd. VIII, 1913, p. 451.

Steiner. Freilebende Nematoden aus der Schweiz. *Archiv*, Bd. IX, p. 420.

Steiner. Uber das Verhältnis der marinen freilebenden Nematoden. zu denen des Süsswassers. *Biol. Zentralbl.*, Bd. 37, 1917, p. 196.

Steinmann et Surbeck. Die Wirkung org. Verunreinigungen auf die Fauna, etc. Berne, 1918.

Thienemann. Die Zusammensetztung zwischen dem Sauerstoff gehalt und der Z. der Tiefenfauna. *Int. Rev.*, VI Bd., 1913, p. 243.

Wegelin. Beitrag zur Egelfauna des Thurgau. *Mitt. der Thurg. Naturgesellschaft*, Heft 19.

Weigold. Biologische Studien an Lyncodaphniden und Chydoriden. *Int. Rev. suppl.* III.

Walter, C. Notizen über die Süsswasserformen der Halacariden. *Archiv*, Bd. IX, 1914, p. 277.

Walter, C. Schweizerische Süsswasserformen der Halacariden. *Rev. s. de zool.*, 1917, p. 411.

Zschokke. Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas. *Monographie d. Int. Rev.*, Bd. IV, 1911.

Zschokke. Leben in der Tiefe der Subalpinen Seen Uberreste der eiszeitlichen Mischfauna weiter. *Archiv*, Bd. VIII, 1912, p. 109.

Zschokke. L'histoire de la faune suisse depuis l'époque glaciaire. *Le Globe. Mémoires*, t. LVI, 1917.